

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Российский государственный профессионально-педагогический
университет»

Институт инженерно-педагогического образования
Кафедра металлургии, сварочного производства и методики
профессионального обучения

К ЗАЩИТЕ
ДОПУСКАЮ:
Заведующий кафедрой
МСП
Б.Н.Гузанов
«____»20 г.

**ОРГАНИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА
ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВОК ДЛЯ ГОРНОДОБЫВАЮЩЕЙ
ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ГОДОВЫМ ВЫПУСКОМ 14,5 ТЫС. ТОНН**

Выпускная квалификационная работа бакалавра
по направлению 44.03.04 Профессиональное образование

Идентификационный код ВКР: 755

Исполнитель
студент группы ЗМП-403С

(подпись)

П.А. Тагильцев

Руководитель:
старший преподаватель

(подпись)

В.В. Сапронов

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		3

Нормоконтролер:
доцент кафедры МСП,
канд.техн.наук,доцент
Ю.И.Категоренко

(подпись)

Екатеринбург
2017

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						4
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

РЕФЕРАТ

Дипломный проект содержит 118 листов машинописного текста, 2 рисунка, 52 таблицы, 21 источник литературы и 5 чертежей формата А1.

В дипломном проекте разработана система организации технологического процесса изготовления отливок для горнодобывающей промышленности с годовым выпуском годовым 14,5 тыс. тонн.

Произведен расчет основных отделений литейного цеха и выбор технологического оборудования для производства отливок. Разработана новая технология изготовления «Звездочки».

Разработан технологический процесс изготовления стержней из холодно-твердеющих смесей.

В экономической части произведены расчеты по организации труда и заработной платы, себестоимость одной тонны годных отливок, коммерческая эффективность проекта.

Рассмотрены вопросы безопасности труда производственных рабочих и охраны окружающей среды.

Ключевые слова: ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС, ОТЛИВКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ МЕНЕДЖМЕНТ, ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ МОЩНОСТЬ, СЕБЕСТОИМОСТЬ, ОХРАНА ПРИРОДЫ, ОХРАНА ТРУДА, КОММЕРЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.

[illegible]

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	9
1. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА.....	11
1.1. Обоснование и расчет производственной программы	11
1.2. Выбор и обоснование места строительства цеха.	13
1.3. Выбор режима работы литейного цеха. Расчёт фондов времени.	14
1.4. Расчет основных отделений цеха	16
1.4.1. Плавильное отделение	16
1.4.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение	34
1.4.3. Стержневое отделение.	37
1.4.4. Участок финишных операций	45
2. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ	52
2.1 Характеристика литой детали и условия ее службы	52
2.1.1 Материал отливки и его свойства	52
2.1.2 Выбор и обоснование плоскости разъема формы и подвода сплава к отливке.....	53
2.1.3 Обеспечение питания отливки	54
2.2 Литейные формы и стержни	56
2.2.1 Определение количества стержней и их размеров.....	56
2.2.2 Описание изготовления форм и стержней	57
2.2.3 Конструирование и расчет прибылей.....	57
2.2.4 Определение выхода годного	58
2.3 Конструкция и расчет литниковой системы.....	60
2.3.1 Выбор и обоснование типа литниковой системы и способа заливки сплава в форму.....	60

2.3.2 Расчет оптимальной продолжительности заливки и площадей сечений литниковых каналов	60
2.4 Модельно-литейная оснастка.....	64
2.4.1 Выбор оснастки.....	64
2.4.2 Определение размеров опок. Выбор конструкции и материала опок	64
2.4.3 Выбивка, обрубка и очистка отливок	64
2.4.4 Термическая обработка отливок	65
2.4.5 Контроль качества отливок	65
2.4.6 Возможные дефекты отливок и меры по их устранению.....	67
3. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА.....	68
3.1 Расчет численного состава рабочих	68
3.2. Организация и планирование заработной платы	74
3.2.1 Расчёт фонда заработной платы.....	74
3.3 Отчисления в социальные фонды.....	77
3.4. Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений	78
3.5. Определение затрат и планирование себестоимости.....	81
3.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат.....	85
3.7. Ценообразование.....	86
3.8. Расчет коммерческой эффективности проекта.....	87
3.9. Показатели эффективности	95
4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	97
4.1 Безопасность труда.....	97
4.1.1 Характеристика производства	97
4.1.2 Вентиляция	98
4.1.3 Производственный микроклимат.....	100
4.1.4 Производственное освещение	101

4.1.5 Производственный шум.....	102
4.1.6 Производственная вибрация.....	102
4.1.7 Электробезопасность.....	103
4.1.8 Пожарная безопасность.....	103
4.1.9 Безопасность при ЧС	105
4.2 Экологичность проекта.....	108
4.2.1 Глобальные экологические проблемы современности	108
4.2.2 Анализ связей технологического процесса изготовления отливок из чугуна с экологическими системами	109
4.2.3 Основные требования экологизации проекта.....	113
4.2.4 Пути экологизации производства	114
4.2.5 Предложения по экологизации технологического процесса	115
5. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ИЛИ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОЧИХ КАДРОВ.	119
5.1 Разработка учебной программы плавильщика металла и сплавов.....	119
5.2. Составление учебного плана.....	120
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	123
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	124

ВВЕДЕНИЕ

В результате практического использования достижений научно-технического прогресса, в технологии машиностроения все более четко формируются следующие основные направления развития:

- повышение удельного веса непрерывных процессов производительности металлорежущего оборудования, значительное повышение точности на всех стадиях машиностроительного производства;
- ускорение внедрения комплексной механизации трудоемких работ и повышения уровня автоматизации процессов, усиление контроля качества обработки деталей, применение автоматических манипуляторов, внедрение гибких производственных систем;
- совершенствование структуры технологических процессов, заключающиеся в замене трудоемкого труда обработки прогрессивными видами штамповки, проката и точного литья;
- снижение уровня удельной материалоемкости деталей, узлов и готовых изделий за счет повышения качественных характеристик конструкционных металлов.

В решении этих вопросов большое место отводится исходной заготовке, и особенно литой, т.к. отливки составляют от 50 до 80% от массы выпускаемых изделий. Действительно, ни один технологический процесс изготовления продукции машиностроения не может быть поставлен на непрерывный поток производства, если не будут решены вопросы однородности в свойствах и размерах исходных заготовок. Показатели качества изделий так же тесно связаны с точностью и качеством применяемых заготовок. Технологический процесс, построенный на использовании заготовок с большими допусками, припусками, с грубой поверхностью, неоднородной твердостью материала, с большими уклонами может вызвать большие колебания в допусках готовой детали вследствие закона копирования при механической обработке. Влияние качества, себестоимости литых заготовок так же просматриваются и отображаются на других направлениях развития технологии машиностроения.

Целью выполнения данной выпускной квалификационной работы, является организация технологического процесса изготовления отливок для горнодобывающей промышленности с годовым выпуском 14,5 тысяч тонн

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- Изучить технологический процесс изготовления отливок;
- Рассмотреть режим работы участков цеха;
- Произвести расчет количества оборудования и фондов времени его работы;
- Расчитать технико-экономические показатели;
- Рассмотреть вопросы охраны труда и окружающей среды.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		9

Объектом дипломного проекта является разработка и

Предметом изучения стал технологический процесс изготовления отливки «Звездочка» .

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		10

ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ ПРОГРАММА

Современный литейный цех представляет собой сложную технологическую систему, включающую в себя совокупность находящихся во взаимодействии друг с другом производственных отделений (участков), в которых реализуются различные стадии принятого технологического процесса. Каждое отделение цеха имеет структуру, включающую в себя совокупность разных типов технологического и вспомогательного оборудования, а так же транспортных средств, реализующих предусмотренные в отделении технологические процессы. В соответствии с принятым в цехе технологическим процессом изготовления отливок, объем производства определяет количество и вид оборудования.

Исходными данными служат заданный объем производства, номенклатура деталей, масса деталей и т.д.

Обоснование и расчет производственной программы

Производственная программа является основой для разработки технологической части проекта.

Проектом цеха стального литья предусмотрен выпуск 14500 тонн годной продукции в год, масса отливок от 15 до 700 кг. Используется литейный сплав марки 38хл. Характер производства крупносерийный и массовый.

В проектируемом цехе вся номенклатура отливок разделяется на следующие массовые группы:

- группа отливки массой от 5 до 50 кг;
- группа отливки массой от 50 до 100 кг;
- группа отливки массой от 100 до 700 кг.

Планируемая доля брака при изготовлении отливок составит 1%.

Брак стержней – 5%, брак форм – 5%. Просыпь и потеря технологических свойств смесей: формовочной – 5%, стержневой – 5%.

Производственная программа цеха представлена в таблице 1.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		11

Таблица 1 – Производственная программа цеха

Массовая группа, кг	Наименование отливки	Марка материала	Масса отливки без литников и прибылей, кг.	Масса отливки с литниками и прибылями, кг.	Количество отливок на годовую программу, шт.	Масса отливки без литников и прибылей на годовую программу, т.	Масса отливок с литниками и прибылями на годовую программу, т.	Размер опоки, мм.	Количество отливок в форме, шт.	Количество форм на годовую программу, шт.	Количество стержней на отливку, шт.	Количество стержней на программу, шт.
0-50	Штанга направляющая	38хл	8	11,5	90248	722	10378	800×600×300	6	15041	3	45123
	Шток	38хл	8	11,5	87520	700	1007	800×600×300	4	21880	4	87520
	Шпиндель	38хл	12	18,75	62760	753	1177	800×600×300	4	15690	2	31380
	Винт ходовой	38хл	12	18,75	120000	1440	2250	800×600×300	4	30000	0	0
	Вал	38хл	15	20,2	34400	516	695	800×600×300	4	8600	2	17200
	Крышка цилиндра	38хл	15	20,2	30667	460	620	800×600×300	4	7666	5	38330
	Крейцкопф	38хл	25	33,75	20000	500	675	800×600×300	2	10000	2	20000
	Коленвал	38хл	30	40,5	15000	450	608	800×600×300	2	7500	4	30000
	Картер	38хл	50	67,5	12000	600	810	800×600×300	2	6000	0	0
	Втулка	38хл	50	67,5	14000	700	945	1200×1600×400	4	3500	0	0
Итого по группе					486595	6841	19165			125877		269553
50-100	Подпятник	38хл	60	81	12000	720	972	1200×1600×400	2	6000	2	12000
	Втулка большая	38хл	100	135	6000	600	810	1200×1600×400	2	3000	0	0
	Головка	38хл	60	81	10000	600	810	1200×1600×400	2	5000	0	0
	Крышка	38хл	100	135	7000	700	945	1200×1600×400	2	3500	2	7000
	Блок цилиндра	38хл	100	135	6200	620	837	1200×1600×400	2	3100	4	12400
Итого по группе					41200	3240	4373			20600		31400
100-700	Люлька	38хл	150	202,5	4500	675	911	1200×1600×400	1	4500	4	18000
	Тяга	38хл	200	270	3800	760	1026	1200×1600×400	2	1900	4	7600
	Траверса	38хл	250	337,5	3520	880	1188	1200×1600×400	2	1760	4	7040
	Редуктор	38хл	400	540	1800	720	972	1200×1600×400	1	1800	3	5400
	Опора	38хл	400	540	1600	640	864	1200×1600×400	1	1600	0	0
	Корпус	38хл	620	723	1200	744	868	1200×1600×400	1	1200	3	3600
Итого по группе					16420	4419	5829			12760		41640
Итого по цеху					544215	14500	29367			159237		342593

Выбор и обоснование места строительства цеха.

Проект должен обеспечивать создание цеха с технологией, оборудованием и сооружениями соответствующим высокому технологическому уровню, с высоким уровнем механизации и автоматизации трудовых действий и производства, с безопасными условиями труда, с постоянным использованием мер и средств, предотвращающих загрязнение окружающей среды.

При выборе места строительства цеха учитывались следующие принципы:

- экономичности – проработка более рациональных проектных решений с целью обеспечения минимальных затрат на единицу продукции;
- перспективности – этот принцип предполагает необходимость резервирования территории для расширения цеха, резервирования коммуникаций и мощности обслуживающих отделений, участков и оборудования;
- учета территориальности – определение особенностей территориального расположения места сооружения цеха, при этом учитывается наличие источников снабжения, наличие в данном районе потребителей производимой продукции, природные условия и особенности климата.

Проектируемый цех расположен на территории Свердловской области. Он предназначен для выпуска отливок для горнодобывающей промышленности.

Шихтовые материалы будут доставляться с металлургических заводов, отходы производства будут перерабатываться. Поставку необходимого оборудования, строительных материалов и металлоконструкций обеспечат заводы близлежащих областей Урала и Сибири. Потребность в рабочих кадрах и инженерно технических работниках будут удовлетворять профессионально-технические училища, колледжи и ВУЗы Урала и Сибири.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		13

Выбор режима работы литейного цеха. Расчёт фондов времени.

В литейных цехах серийного производства применяют следующие виды режимов работ:

- параллельный - предусматривающий совмещение по времени и месту отдельных технологических операций производства литья, при этом операции со значительными выделениями шума, пыли и газа осуществляются в отдельных помещениях;
- ступенчатый - предусматривающий разделение технологических операций по времени и совмещение по месту их выполнения в неизолированных общих помещениях.

При крупносерийном и массовом поточном производстве в литейных цехах, как правило, применяют параллельный двухсменный режим работы с пятидневной рабочей неделей, продолжительностью рабочей смены 8,2 часа.

При проектировании литейных цехов различают три вида фондов времени работы оборудования и рабочих:

- Календарный фонд (T_K) — указывает количество календарных дней (часов) в году. $T_K = 365 \text{ дней} = 5986 \text{ часов}$. Используется при расчете складских помещений.

- Номинальный фонд (T_N) указывает время, в течение которого может выполняться работа по принятому режиму, без учета неизбежных потерь времени. Используется при расчетах оборудования: $T_N = (T_K - p) \cdot r \cdot c$,

где $p = 113$ - усредненное число выходных и праздничных смен;

c — количество смен;

r — продолжительность рабочей смены, ч,

$$T_N = (365 - 113) \cdot 2 \cdot 8,2 = 4132,8 \text{ ч.}$$

- Действительный фонд (T_D) определяется путем исключения из номинального фонда неизбежных потерь времени на простои; ремонт и так далее. Используется при более точном расчете оборудования.

Действительный фонд времени рассчитывается по формуле:

$$T_D = T_N \cdot (1 - P),$$

где P - коэффициент, учитывающий потери времени.

Действительный фонд времени работы оборудования отражен в таблице 2.

Таблица 2 – Действительный годовой фонд времени

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		14

Оборудование	Число смен		
	1	2	3
Формовочное,стержневое, смесеприготовительное оборудование	2030	3975	5900
Оборудование для очистки и обрубки литья	2030	3975	5900
Автоматизированные формовочные и стержневые линии	-	3645	5340
Индукционные печи	-	3850	5710
Термические печи	-	3890	5840
Сушильные печи	2010	3975	5840
Станки металлорежущие	2030	4015	5960

Расчет основных отделений цеха

1.4.1. Плавильное отделение

Перспективная технология плавки отливок должна обеспечивать:

- стабильное получение отливок с заданными эксплуатационными свойствами;
- использование высокопроизводительных плавильных агрегатов, включая методы интенсификации; снижение потерь от брака по причинам, зависящим от качества материалов для плавки (отклонение по химическому составу, структуре отливок, усадки и другое);
- применение технологического оборудования для плавки и выпечной обработки отливки, отвечающего высоким требованиям экологической чистоты технологии;
- механизацию и автоматизацию технологических процессов набора и дозирования шихты;
- использование возврата;
- значительное снижение трудоемкости и энергоемкости на всех технологических операциях, включая вспомогательные работы по подготовке производства.

Выбор плавильного агрегата.

Выбор плавильного оборудования обуславливается его металлургическими возможностями обеспечить заданное качество выплавляемого сплава, наличием в регионе проектируемого цеха необходимых шихтовых материалов и энергетических ресурсов, условиями труда обслуживающего персонала и соблюдением условий защиты окружающей среды от газовыделений, отходов плавки сплавов и эффективностью производства сплава на выбранном оборудовании.

Проектируемый цех ориентирован на производство отливок из легированной стали (38хл).

Высокое качество стали должно быть обеспечено:

- технологией плавки;
- качеством шихтовых материалов;
- эффективными методами выпечной обработки.

Для выплавки отливок в проектируемом цехе целесообразно применять индукционные тигельные электропечи.

Достоинства индукционных плавильных печей:

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		16

- Энергия выделяется непосредственно в загрузке без промежуточных нагревательных элементов;
- Интенсивная электродинамическая циркуляция расплава в тигле обеспечивает быстрое плавление мелкой шихты и отходов, выравнивание температуры по объёму ванны и отсутствие местных перегревов, гарантирует получение однородных по химическому составу сплавов;
- Принципиальная возможность создания в печи любой атмосферы (окислительной, восстановительной или нейтральной) при любом давлении;
- Высокая производительность, достигается благодаря высоким значениям удельной мощности, особенно на средних частотах;
- Возможность полного слива металла из тигля и относительно малая масса футеровки печи, что создаёт условия для снижения тепловой инерции печи благодаря уменьшению тепла, аккумулируемого футеровкой. Печи этого типа удобны для периодической работы с перерывами между плавками и обеспечивают возможность быстрого перехода с одной марки сплава на другую;
- и удобство обслуживания печи, управления и регулировки процесса плавки, широкие возможности для механизации и автоматизации процесса;
- Высокая гигиеничность процесса плавки и малое загрязнение воздуха.

К недостаткам тигельных печей относятся относительно низкая температура шлаков, наводимых на зеркало расплава с целью его технологической обработки.

Шлак в индукционных тигельных печах разогревается от металла, поэтому его температура всегда ниже, а также сравнительно низкая стойкость футеровки при высоких температурах расплава и наличие теплосмен (резких колебаний температуры футеровки при полном сливе металла).

Однако преимущества индукционных тигельных печей перед другими плавильными агрегатами значительны, поэтому они нашли широкое применение в самых разных отраслях промышленности.

Анализ эффективности применения различных плавильных агрегатов (индукционные печи, электропечи и вагранки) показал, что приведенные затраты на 1 тонну годного литья при использовании индукционной печи меньше, чем например, при ваграночной плавке на 21 - 23%.

Устранение отрицательной наследственности шихты, связанной с наличием вредных примесей, достигается применением относительно высоких перегревов расплавов до температур разупорядочения структуры жидкости интенсивным перемешиванием ванны и шлаковой обработкой, с основной футеровкой и насыщением основных шлаков, с успехом осуществляется в индукционных печах.

Шихтовые материалы индукционной плавки.

Шихтой называется смесь материалов, предназначенных для расплавления в плавильных агрегатах с целью получения металла необходимого состава и качества. При выплавке стали в качестве шихтовых материалов используют отходы собственного производства, стальной лом, стружку в брикетах.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						17
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Перед плавкой шихтовые материалы подвергаются подготовке. Подготовка заключается в удалении с поверхности металлических материалов оксидов, влаги, масел, эмульсии, остатков формовочной смеси, удалении железных армирующих вставок, фильтрующих сеток, в разделке на куски нужных габаритов. Соли, входящие в состав флюсов, также могут содержать влагу и служить источником загрязнения сплавов оксидами и водородом. Поэтому флюсы вначале переплавляют, затем измельчают и хранят в условиях, предупреждающих поглощение ими влаги (в закрытой емкости, сушильных шкафах при температуре 120-200°C). С экономической точки зрения, целесообразно переплавлять все отходы собственного производства.

Для приготовления расплава с требуемыми свойствами и, следовательно, качественной отливки выполняют контроль шихтовых материалов на соответствии их требованиям стандартов и технических условий.

Расчет шихты ведется на 100 кг жидкой стали марки 38хл по ГОСТ 977-88 предназначенного для изготовления отливок для горнодобывающей промышленности. Химический состав для стали 38хл приведен в таблице 3, а состав шихтовых материалов в таблице 4.

Таблица 3 – Химический состав стали 38хл, %

Химический состав						Механические свойства				
0,32-0,45	0,40-0,90	0,20-0,42	0,3-0,6	≤0,04	≤0,04	491	638	12	25	392

Таблица 4- Расчет шихты для плавки стали 38хл

Содержание в шихте, кг	Химический состав, %						
	C	Mn	Si	S	P	Cr	Fe
30	0,40	0,70	0,30	0,04	0,04	1,00	остальное
7	0,40	0,70	0,30	0,04	0,04	0,80	остальное
60	0,45	0,70	0,30	0,04	0,04	0,80	остальное
3	4,00		0,65	0,03	0,15		остальное

Содержание элементов в каждой из составляющих шихты определяется произведением содержания в шихте этой составляющей на содержание в ней элемента. Рассчитаем количество элементов вносимых отдельными составляющими шихты.

Содержание железа в каждой составляющей определяется по формуле:

$$q_{Fe} = A - \sum B,$$

где:

q_{Fe} – содержание железа в составляющей шихты;

A – содержание составляющей в шихте;

$\sum B$ – суммарное содержание элементов без железа в данной составляющей шихты.

Отходы собственного производства вносят:

C: $0,30 \cdot 0,40 = 0,12$ кг; Mn: $0,30 \cdot 0,70 = 0,21$ кг; Si: $0,30 \cdot 0,30 = 0,09$ кг;
S: $0,30 \cdot 0,04 = 0,012$ кг; P: $0,30 \cdot 0,04 = 0,012$ кг; Cr: $0,30 \cdot 1,00 = 0,30$ кг;

Fe: 29,256 кг.

Стружка в брикетах вносит:

C: $0,07 \cdot 0,40 = 0,028$ кг; Mn: $0,07 \cdot 0,70 = 0,049$ кг; Si: $0,07 \cdot 0,30 = 0,021$ кг;
S: $0,07 \cdot 0,04 = 0,003$ кг; P: $0,07 \cdot 0,04 = 0,003$ кг; Cr: $0,07 \cdot 0,80 = 0,056$ кг;
Fe: 6,843 кг.

Стальной лом вносит:

C: $0,60 \cdot 0,45 = 0,27$ кг; Mn: $0,60 \cdot 0,80 = 0,48$ кг; Si: $0,60 \cdot 0,30 = 0,18$ кг;
S: $0,60 \cdot 0,04 = 0,024$ кг; P: $0,60 \cdot 0,04 = 0,024$ кг; Cr: $0,60 \cdot 0,80 = 0,48$ кг;
Fe: 58,542 кг. Cr: $0,30 \cdot 1,00 = 0,30$ кг; Fe: 29,256 кг.

Стружка в брикетах вносит:

C: $0,07 \cdot 0,40 = 0,028$ кг; Mn: $0,07 \cdot 0,70 = 0,049$ кг; Si: $0,07 \cdot 0,30 = 0,021$ кг;
S: $0,07 \cdot 0,04 = 0,003$ кг; P: $0,07 \cdot 0,04 = 0,003$ кг; Cr: $0,07 \cdot 0,80 = 0,056$ кг;
Fe: 6,843 кг.

Стальной лом вносит:

C: $0,60 \cdot 0,45 = 0,27$ кг; Mn: $0,60 \cdot 0,80 = 0,48$ кг; Si: $0,60 \cdot 0,30 = 0,18$ кг;
S: $0,60 \cdot 0,04 = 0,024$ кг; P: $0,60 \cdot 0,04 = 0,024$ кг; Cr: $0,60 \cdot 0,80 = 0,48$ кг;
Fe: 58,542 кг.

Чугун перекдельный вносит:

C: $0,03 \cdot 4,00 = 0,12$ кг; Mn: $0,03 \cdot 0,70 = 0,021$ кг; Si: $0,03 \cdot 0,65 = 0,019$ кг;

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		19

S: $0,03 \cdot 0,03 = 0,001 \text{ кг}$; P: $0,03 \cdot 0,15 = 0,005 \text{ кг}$; Fe: 2,834 кг.

В таблице 5 приведен средний химический состав шихты.

Таблица 5 – Средний химический состав шихты

Элемент	Вносят элементов, кг				Средний химический состав, кг
	Отходы собственного	Стружка в брикетах	Стальной лом	Чугун передельный	
C	0,12	0,028	0,27	0,12	0,538
Mn	0,21	0,049	0,48	0,021	0,76
Si	0,09	0,021	0,18	0,019	0,31
S	0,012	0,003	0,024	0,001	0,04
P	0,012	0,003	0,024	0,005	0,044
Cr	0,30	0,056	0,48	-	0,836
Fe	29,256	6,843	58,542	2,834	97,475

Рассмотрим изменение содержания отдельных элементов и состав шлаков в разные периоды плавки.

Во время плавления шихты окисляются кремний, марганец, углерод, хром и железо.

Угар кремния составляет 70%. Перейдет в шлак $0,7 \cdot 0,31 = 0,217$ кг; останется в металле $0,31 - 0,217 = 0,093$ кг.

Угар марганца составляет 70%. Перейдет в шлак $0,7 \cdot 0,76 = 0,532$ кг; останется в металле $0,76 - 0,532 = 0,228$ кг.

Угар хрома составляет 30%. Перейдет в шлак $0,3 \cdot 0,836 = 0,251$ кг; останется в металле $0,836 - 0,251 = 0,585$ кг.

Угар железа составляет 3%. Перейдет в шлак $0,03 \cdot 97,475 = 2,924$ кг; останется в металле $97,475 - 2,924 = 94,551$ кг.

Угар углерода шихты компенсируется переходом углерода в металл из графитовых электродов.

В таблице 6 приведен состав металла после расплавления шихты.

Таблица 6 – Состав металла после расплавления шихты

Элемент	Содержание элемента	
	кг.	%
C	0,538	0,559
Mn	0,228	0,237
Si	0,093	0,097
S	0,04	0,042
P	0,044	0,046
Cr	0,585	0,609
Fe	94,551	98,41
ИТОГО	96,079	100

Количество окисла перешедшего в шлак можно определить по формуле:

$$q_{Me} = y \cdot M_O : M_{\Sigma},$$

где:

q_{MeO} – количество окисла соответствующего элемента;

y – угар элемента; M_O ,

M_{Σ} – молекулярные веса окисла и элемента.

В таблице 7 приведен химический состав шлакообразующих материалов.

Таблица 7 – Химический состав шлакообразующих материалов

Наименование материала	Содержание окислов, %				
	CaO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO
Известь свежееобожженная	92,0	3,0	1,0	1,0	3,0
Динас	1,34	96,58	0,58	1,4	-
Руда железная	0,7	6,0	3,0	90,0	0,3
Песок	-	96,0	2,0	2,0	-
Зола электродов	11,8	56,5	31,7	-	-

Рассчитаем количество окислов поступивших в шлак из металла.

SiO₂: 0,217·60:28=0,465 кг;

MnO: 0,532·71:55=0,687 кг;

Cr₂O₃: 0,251·72:48=0,377 кг.

Примем что из всего количества железа, которое угорает (2,924 кг) до FeO окисляется 24%, до Fe₂O₃ – 8%, а 68% улетучивается в зоне электрических дуг.

Тогда: FeO: 2,924·0,24·72:56=0,902 кг;

Fe₂O₃: 2,924·0,08·160:112=0,334 кг;

Улетучивается железа: 2,924·0,68·160:112=2,84 кг.

Примем количество пригара в виде песка на отходах собственного производства 1% от массы отходов, то есть $\delta = 30 \cdot 0,01 = 0,3$ кг.

Количество окислов, вносимых этим песком можно определить из соотношения:

$$q_{MeO} = \frac{\delta_{пр}}{K} \cdot 100,$$

где:

q_{MeO} – количество окисла переходящего в шлак; масса песка;

$\delta_{пр}$ – масса песка;

К – процентное содержание данного окисла в песке.

Песок шихты внесет:

$\text{SiO}_2: 0,3 \cdot 96:100=0,288 \text{ кг};$

$\text{Al}_2\text{O}_3: 0,3 \cdot 2:100=0,006 \text{ кг};$

$\text{Fe}_2\text{O}_3: 0,3 \cdot 2:100=0,006 \text{ кг}.$

На наварку подины и откосов используется кварцевый песок, расход которого составляет 1 – 2,5 кг на 100 кг шихты. Примем, что из подины и откосов печи переходит в шлак 2,4 кг набивной массы. В период плавления шихты в шлак перейдет 50% количества всей массы, то есть 1,2 кг. Песок набивной массы внесет в шлак следующее количество окислов:

$\text{SiO}_2: 1,2 \cdot 96:100=1,151 \text{ кг}; \text{Al}_2\text{O}_3: 1,2 \cdot 2:100=0,024 \text{ кг}; \text{Fe}_2\text{O}_3: 1,2 \cdot 2:100=0,024 \text{ кг}.$

Общий расход динасового кирпича на ремонт свода равен 1 кг на 100 кг садки. В период плавления переходит в шлак 60% этой массы, то есть 0,6 кг.

Динас внесет следующее количество окислов: $\text{SiO}_2: 0,6 \cdot 96,58:100=0,58 \text{ кг};$
 $\text{Al}_2\text{O}_3: 0,6 \cdot 0,58:100=0,003 \text{ кг}; \text{Fe}_2\text{O}_3: 0,6 \cdot 1,4:100=0,008 \text{ кг}; \text{CaO}: 0,6 \cdot 1,34:100=0,008 \text{ кг}.$

Расход графитовых электродов зависит от емкости печи и составляет 0,4 – 0,6 кг на 100 кг садки. Примем в расчетах расход электродов 0,6 кг. В период плавления расходуется 60% или 0,36 кг электродов. При сгорании электродов образуется зола в количестве 0,2 – 1,3%. Примем, что электроды вносят в шлак 1% золы, то есть 0,0036 кг.

Зола внесет в шлак: $\text{SiO}_2: 0,0036 \cdot 56,5:100=0,0022 \text{ кг};$

$\text{Al}_2\text{O}_3: 0,0036 \cdot 31,7:100=0,0012 \text{ кг}; \text{CaO}: 0,0036 \cdot 11,8:100=0,0005 \text{ кг}.$

Таким образом, шлак периода плавления состоит из окислов, представленных в таблице 8.

Таблица 8 – Химический состав шлака периода плавления

Источник		Внесено окислов, кг							
		SiO2	Al2O3	FeO	Fe2O3	MnO	Cr2O3	CaO	Всего
Из шихты		0,465	-	0,902	0,334	0,687	0,377	-	2,765
Из песка шихты		0,288	0,006	-	0,006	-	-	-	0,300
Из подины и откосов		1,151	0,024	-	0,024	-	-	-	1,199
Из стенок и свода		0,580	0,003	-	0,008	-	-	0,008	0,599
Из золы электродов		0,002	0,001	-	-	-	-	0,001	0,004
ИТОГО	кг	2,486	0,034	0,902	0,372	0,687	0,377	0,009	4,867
	%	51,1	0,7	18,5	7,6	14,1	7,8	0,2	100

Окислительный период

Во время окислительного периода содержание углерода необходимо

					ДП 44.03.04.755 ПЗ				Лист
									23
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата					

снизить на 0,05% ниже нижнего предела заданного химического состава стали, то есть до 0,3%.

После присадки железной руды марганец окисляется до 0,08%, а кремний до 0,03%. Будем считать, что угар железа во время окислительного периода будет компенсироваться железом, восстановленным из окислов железа.

Считая, что масса металла составляет 96,079 кг, то к концу окислительного периода углерода в нем должно быть $96,079 \cdot 0,3 / 100 = 0,288$ кг. Окислилось углерода $0,538 - 0,288 = 0,25$ кг.

К концу окислительного периода в металле останется 0,08% марганца т.е. $96,079 \cdot 0,08 / 100 = 0,077$ кг. Окислилось марганца $0,228 - 0,077 = 0,151$ кг, что в пересчете на MnO составит $0,151 \cdot 71 : 55 = 0,195$ кг.

К концу окислительного периода в металле останется 0,03% кремния т.е. $96,079 \cdot 0,03 / 100 = 0,029$ кг. Окислилось кремния $0,093 - 0,029 = 0,064$ кг, что в пересчете на SiO₂ составит $0,064 \cdot 60 : 28 = 0,137$ кг.

Принимаем, что окисление элементов в жидком металле происходит за счет кислорода, вносимого железной рудой.

Расчет потребности руды

Источником кислорода для окисления примесей является FeO, получаемый из Fe₂O₃ и Fe по реакции: $Fe_2O_3 + Fe = 3FeO$.

В таблице 9 приведено количество FeO, необходимое для окисления элементов.

Таблица 9 – Количество FeO, необходимое для окисления

Элемент	Окисляется элемента, кг	Химическая реакция окисления	Расход на единицу элемента	Образуется FeO, кг
C	0,25	$FeO + C = Fe + CO$	$72 : 12 = 6$	$0,25 \cdot 6 = 1,5$
Mn	0,151	$FeO + Mn = Fe + MnO$	$72 : 55 = 1,3$	$0,151 \cdot 1,3 = 0,196$
Si	0,064	$2FeO + Si = 2Fe + SiO_2$	$144 : 28 = 5,1$	$0,064 \cdot 5,1 = 0,326$
ИТОГО				2,022

Для образования 2,022 кг FeO требуется Fe₂O₃ и Fe: Fe₂O₃: $2,022 \cdot 160 : 216 = 1,498$ кг; Fe: $2,022 - 1,498 = 0,524$ кг. Принимаем что 10% Fe₂O₃ переходит в шлак, а 90% восстанавливается до FeO. Отсюда потребность в железной руде составит: $1,498 \cdot 100 / (90 \cdot 0,9) = 1,849$ кг. При этом образуется окись углерода CO: $0,25 \cdot 28 : 12 = 0,583$ кг. В конце окислительного периода производится присадка извести в печь в количестве 0,3 кг на 100 кг садки.

Рассчитаем состав и массу шлака окислительного периода и сведем в таблицу.

Железная руда внесет в шлак:

$$\text{CaO: } 1,849 \cdot 0,7 / 100 = 0,013 \text{ кг;}$$

$$\text{SiO}_2: 1,849 \cdot 6 / 100 = 0,111 \text{ кг;}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3: 1,849 \cdot 3 / 100 = 0,055 \text{ кг;}$$

$$\text{MgO: } 1,849 \cdot 0,3 / 100 = 0,006 \text{ кг;}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3: 1,849 \cdot 0,1 \cdot 90 / 100 = 0,166 \text{ кг.}$$

Известь внесет в шлак:

$$\text{CaO: } 0,3 \cdot 92 / 100 = 0,276 \text{ кг;}$$

$$\text{SiO}_2: 0,3 \cdot 3 / 100 = 0,009 \text{ кг;}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3: 0,3 \cdot 1 / 100 = 0,003 \text{ кг;}$$

$$\text{MgO: } 0,3 \cdot 3 / 100 = 0,009 \text{ кг;}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3: 0,3 \cdot 1 / 100 = 0,003 \text{ кг.}$$

В окислительный период в шлак переходит 20%, т.е. 0,2 кг динасового кирпича, расходуемого на ремонт кладки.

Составляющие футеровки внесут в шлак:

$$\text{CaO: } 0,2 \cdot 1,34 / 100 = 0,003 \text{ кг;}$$

$$\text{SiO}_2: 0,2 \cdot 96,58 / 100 = 0,193 \text{ кг;}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3: 0,2 \cdot 0,58 / 100 = 0,001 \text{ кг; Fe}_2\text{O}_3: 0,2 \cdot 1,4 / 100 = 0,003 \text{ кг.}$$

Из подины и откосов в шлак переходит 25% набивной массы, что составляет 0,6 кг.

Составляющие набивной массы внесут в шлак:

$$\text{SiO}_2: 0,6 \cdot 96 / 100 = 0,576 \text{ кг;}$$

$$\text{Al}_2\text{O}_3: 0,6 \cdot 2 / 100 = 0,012 \text{ кг;}$$

$$\text{Fe}_2\text{O}_3: 0,6 \cdot 2 / 100 = 0,012 \text{ кг.}$$

В окислительный период расходуется 20% электродов, что составляет 0,12 кг. Электроды вносят 1% золы, т.е. 0,0012 кг.

Составляющие золы внесут в шлак: $\text{CaO: } 0,0012 \cdot 11,8 / 100 = 0,0001 \text{ кг; SiO}_2: 0,0012 \cdot 56,5 / 100 = 0,0007 \text{ кг; Al}_2\text{O}_3: 0,0012 \cdot 31,7 / 100 = 0,0004 \text{ кг.}$

В таблице 10 приведен химический состав шлака окислительного периода.

Таблица 10 – Химический состав шлака окислительного периода

Источник	Содержание окислов, кг								
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Cr ₂ O ₃	Всего
Шлак периода плавки	2,486	0,034	0,902	0,372	0,687	0,009	-	0,377	4,867
Металл	0,137	-	-	-	0,195	-	-	-	0,332
Известь	0,009	0,003	-	0,003	-	0,276	0,009	-	0,300
Железная руда	0,111	0,055	-	0,166	-	0,013	0,006	-	0,351
Свод и стены	0,193	0,001	-	0,003	-	0,003	-	-	0,200
Подина и откосы	0,576	0,012	-	0,012	-	-	-	-	0,600

Зола электродов		0,0007	0,0004	-	-	-	0,0001	-	-	0,0012
ИТОГО	кг	3,513	0,105	0,902	0,556	0,882	0,301	0,015	0,377	6,651
	%	52,82	1,58	13,56	8,36	13,26	4,52	0,23	5,67	100

В конце окислительного периода производится доводка металла до заданного состава и его раскисление.

В таблице 11 приведен химический состав металла к концу окислительного периода.

Таблица 11– Химический состав металла к концу окислительного периода

Элемент	Поступило элементов, кг	Перешло в шлак, кг	Потери с газом, кг	Расход на образование FeO, кг	Содержание в металле	
					кг	%
C	0,538	-	-0,25	-	0,288	0,30
Si	0,093	-0,064	-	-	0,029	0,04
Mn	0,288	-0,151	-	-	0,077	0,08
P	0,044	-	-	-	0,044	0,04
S	0,04	-	-	-	0,04	0,04
Cr	0,585	-0,251	-	-	0,334	0,35
Fe	94,551	-	-	-0,524	94,027	99,15
ИТОГО	96,079	-0,466	-0,25	-0,524	94,839	100

В таблице 12 приведен химический состав раскислителей.

Таблица 12 – Химический состав раскислителей

Наименование	Химический состав, %							
	C	Mn	Si	S	P	Al	Cr	Fe
Ферромарганец ФМн70(А)	7,00	70,00	6,00	0,02	0,30	-	-	остальное
Феррохром ФХ010А	0,10	-	1,50	0,02	0,03	0,20	65,00	остальное
Ферросилиций ФС45	0,25	0,60	45,00	0,02	0,05	2,00	0,50	остальное
Алюминий	-	-	-	-	-	98,00	-	остальное

Для раскисления и доводки металла по марганцу вводится ферромарганец из расчета получения марганца в металле 0,7%. Учитывая, что к концу окислительного периода в металле уже есть 0,08% марганца, потребность в нем составляет $0,7 - 0,08 = 0,62\%$.

Принимая угар марганца 20%, получим необходимое количество ферромарганца: $0,62 \cdot 100 / (0,7 \cdot 80) = 1,107$ кг.

Ферромарганец внесет следующее количество элементов:

C: $1,107 \cdot 7 / 100 = 0,077$ кг; Mn: $1,107 \cdot 70 / 100 = 0,775$ кг;
Si: $1,107 \cdot 6 / 100 = 0,066$ кг; S: $1,107 \cdot 0,02 / 100 = 0,0002$ кг;
P: $1,107 \cdot 0,3 / 100 = 0,003$ кг; Fe: $1,107 \cdot 16,68 / 100 = 0,185$ кг.

В металл перейдет $0,775 \cdot 0,8 = 0,62$ кг марганца. Окислится $0,775 \cdot 0,2 = 0,155$ кг марганца, при этом образуется $0,155 \cdot 71 / 55 = 0,2$ кг закиси марганца (MnO). Остальные элементы из ферромарганца полностью переходят в металл.

После присадки ферромарганца металл будет иметь следующий состав:

C: $0,288 + 0,077 = 0,365$ кг; Mn: $0,077 + 0,62 = 0,697$ кг;
Si: $0,029 + 0,066 = 0,095$ кг; S: $0,04 + 0,0002 = 0,0402$ кг;
P: $0,044 + 0,003 = 0,047$ кг; Cr: $0,334$ кг; Fe:

$94,027 + 0,185 = 94,212$ кг.

Для доводки металла по хрому вводится феррохром из расчета получения хрома в металле 1,0%. Учитывая, что к концу окислительного периода в металле уже есть 0,35% хрома, потребность в нем составляет $1,0 - 0,35 = 0,65\%$.

Принимая угар хрома 20%, получим необходимое количество феррохрома: $0,65 \cdot 100 / (0,65 \cdot 80) = 1,25$ кг.

Феррохром внесет следующее количество элементов:

C: $1,25 \cdot 0,1 / 100 = 0,001$ кг; Si: $1,25 \cdot 1,5 / 100 = 0,019$ кг;
S: $1,25 \cdot 0,02 / 100 = 0,0003$ кг; P: $1,25 \cdot 0,03 / 100 = 0,0004$ кг;
Al: $1,25 \cdot 0,2 / 100 = 0,003$ кг; Cr: $1,25 \cdot 65 / 100 = 0,813$ кг;
Fe: $1,25 \cdot 33,15 / 100 = 0,414$ кг.

В металл перейдет $0,813 \cdot 0,8 = 0,65$ кг хрома. Окислится $0,813 \cdot 0,2 = 0,163$ кг хрома, при этом образуется $0,163 \cdot 72/48 = 0,245$ кг оксида хрома (Cr_2O_3).

Весь алюминий окислится и перейдет в шлак в виде Al_2O_3 в количестве $0,003 \cdot 102/54 = 0,006$ кг. Остальные элементы из феррохрома полностью переходят в металл.

После присадки феррохрома металл будет иметь следующий состав:

С: $0,365 + 0,001 = 0,366$ кг; Mn: 0,697кг;
 Si: $0,095 + 0,019 = 0,114$ кг; S: $0,0402 + 0,0003 = 0,0405$ кг;
 P: $0,047 + 0,0004 = 0,0474$ кг; Cr: $0,334 + 0,65 = 0,984$ кг;
 Fe: $94,212 + 0,414 = 94,626$ кг.

Для доводки металла по кремнию в конце окислительного периода плавки вводится ферросилиций из расчета получения кремния в металле 0,3%. Учитывая, что к концу окислительного периода в металле уже есть 0,04% кремния, потребность в нем составляет $0,3 - 0,04 = 0,26\%$.

Принимая угар кремния 10%, получим необходимое количество ферросилиция: $0,26 \cdot 100 / (0,45 - 90) = 0,642$ кг.

Ферросилиций внесет следующее количество элементов:

С: $0,642 \cdot 0,25/100 = 0,002$ кг; Mn: $0,642 \cdot 0,6/100 = 0,004$ кг;
 Si: $0,642 \cdot 45/100 = 0,289$ кг; S: $0,642 \cdot 0,02/100 = 0,0001$ кг;
 P: $0,642 \cdot 0,05/100 = 0,0003$ кг; Al: $0,642 \cdot 2/100 = 0,013$ кг;
 Cr: $0,642 \cdot 0,5/100 = 0,003$ кг; Fe: $0,642 \cdot 51,58/100 = 0,331$ кг.

В металл перейдет $0,289 \cdot 0,9 = 0,26$ кг кремния. Окислится $0,289 \cdot 0,1 = 0,029$ кг кремния, при этом образуется $0,029 \cdot 60/28 = 0,062$ кг кремнезема (SiO_2). Весь алюминий окислится и перейдет в шлак в виде Al_2O_3 в количестве $0,013 \cdot 102/54 = 0,025$ кг. Остальные элементы из ферросилиция полностью переходят в металл.

После присадки ферросилиция металл будет иметь следующий состав:

С: $0,366 + 0,002 = 0,368$ кг; Mn: $0,697 + 0,004 = 0,701$ кг;
 Si: $0,114 + 0,26 = 0,374$ кг; S: $0,0405 + 0,0001 = 0,0406$ кг;
 P: $0,0474 + 0,0003 = 0,0477$ кг; Cr: $0,984 + 0,003 = 0,987$ кг;
 Fe: $94,626 + 0,331 = 94,957$ кг.

Для окончательного раскисления в металл вводят алюминий в количестве 0,1 кг на 100 кг стали.

Алюминий внесет следующее количество элементов:

Al: $0,1 \cdot 98/100 = 0,098$ кг; Fe: $0,1 \cdot 2/100 = 0,002$ кг.

Алюминий окислится и перейдет полностью в шлак образуя Al_2O_3 в количестве $0,098 \cdot 102/54 = 0,185$ кг.

В таблице 13 приведен химический состав металла после раскисления.

Таблица 13– Химический состав металла после раскисления

Элемент	Состав металла до раскисления	Ферромарганец вносит	Феррохром вносит	Ферросилиций вносит	Окислилос	Содержание в металле	
						кг	%

C	0,288	0,077	0,001	0,002	-	0,368	0,38
Si	0,029	0,066	0,019	0,289	-0,029	0,374	0,38
Mn	0,077	0,775	-	0,004	-0,155	0,701	0,72
P	0,044	0,003	0,0004	0,0003	-	0,047	0,05
S	0,04	0,0002	0,0003	0,0001	-	0,04	0,04
Cr	0,334	-	0,813	0,003	-0,163	0,987	1,01
Fe	94,027	0,185	0,414	0,331	-	94,957	97,42
ИТОГО	94,839	1,106	1,248	0,629	-0,347	97,475	100

В период раскисления стали расходуется такое же количество кладки свода, набивной массы и угольных электродов, что и в окислительный период.

Состав и количество шлака к концу раскисления стали приведены в таблице 14.

Таблица 14 – Состав и количество шлака к концу раскисления стали

Источник		Содержание окислов, кг								
		SiO2	Al2O3	FeO	Fe2O3	MnO	CaO	MgO	Cr2O3	Всего
Шлак окислительного периода плавки		3,513	0,105	0,902	0,556	0,882	0,301	0,015	0,377	6,651
Свод и стены		0,193	0,001	-	0,003	-	0,003	-	-	0,200
Подина и откосы		0,576	0,012	-	0,012	-	-	-	-	0,600
Зола электродов		0,0007	0,0004	-	-	-	0,0001	-	-	0,0012
Ферромаргане ц		-	-	-	-	0,200	-	-	-	0,200
Феррохром		-	0,006	-	-	-	-	-	0,245	0,251
Ферросилиций		0,062	0,025	-	-	-	-	-	-	0,087
Алюминий		-	0,185	-	-	-	-	-	-	0,185
ИТОГО	кг	4,345	0,334	0,902	0,571	1,082	0,304	0,015	0,622	8,175
	%	53,15	4,09	11,03	6,98	13,24	3,72	0,18	7,61	100

Материальный баланс плавки

Материальный баланс плавки составляется с целью проверки правильности расчета шихты. Невязка в расчетах не должна превышать 0,5 – 0,6 %.

Материальный баланс плавки приведен в таблице 15.

Таблица 15 – Материальный баланс плавки

Израсходовано	кг	Получено	кг
Отходы собственного производства	30	Металл	97,475
Стальной лом	60	Шлак	8,175
Стружка в брикетах	7	Газ	0,583
Чугун переделный	3	Улетучилось железа	2,84
Ферромарганец	1,107	Невязка	0,175
Феррохром	1,25		
Ферросилиций	0,642		
Алюминий	0,1		
Электроды	0,6		
Известь	0,3		
Песок	2,4		
Железная руда	1,849		
Динас	1		
ИТОГО	109,248		109,248

Расчет количества плавильных агрегатов.

Для расчета количества плавильных агрегатов необходимо составить баланс металла по цеху, который приведен в таблице 16.

Таблица 16 - Баланс металла по цеху

Наименование статьи баланса	38хл	
	т	%
Годные отливки ,М _{Г.о.}	14500	70
Литники и прибыли, М _{Л.с.}	6695	25
Скрап, С _к	836	3
Итого жидкого сплава	27340	98
Угар и безвозвратные потери	557	2
Итого металлозавалки, М _М	27898	100

Данные по годным отливкам берем из производственной программы.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		30

Процент скрапа $C_K=3\%$. Угар и безвозвратные потери составляют 2%.

Масса металлозавалки в тоннах рассчитывается по формуле:

$$M_M = M_{Г.О.} + M_{Л.П.}/100 - Y - C_K \times 100,$$

где $M_{Г.О.}$ – годные отливки, т;

$M_{Л.П.}$ – литники и прибыли, т;

Y – угар и безвозвратные потери, %;

C_K – скрап, %.

Массу скрапа и массу, потерянную при угаре находим по формулам:

$$M_C = M_M \times C_K/100, M_Y = M_M \times Y/100.$$

В проектируемом цехе в качестве плавильных агрегатов используем индукционную тигельную печь марки ИСТ-6 с основной футеровкой, емкостью 6 тонн и производительностью 3 т/ч. Технические характеристики печи приведены в таблице 17.

Таблица 17 – Технические характеристики индукционной тигельной печи повышенной частоты ИСТ-6

Номинальная вместимость печи, т	6
Производительность, т/ч	3
Установленная мощность, кВт	2500
Расход электроэнергии, кВт·ч/т	725
Металлургические показатели	$t_M \leq 1700^\circ\text{C}.$ Угар и безвозвратные потери 2 – 3%. Изменение химического состава практически не происходит

Расчет необходимого количества плавильных печей проводим по формуле:

$$N = \frac{M * K_H}{T_{\partial} * q}$$

где N – количество единиц оборудования, шт;

M – металлозавалка;

K_H – коэффициент неравномерности использования оборудования (для плавильного оборудования равен 1,3);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{M * K_n}{3850 * q} = \frac{27898 * 1,3}{3850 * 3} = 3,9$$

Принимаем к установке 3 печи с коэффициентом загрузки:

$$K_{заг} = 3,9 / 4 = 0,98.$$

Расчет парка ковшей.

Ковши служат для транспортировки жидкого металла и заливки форм. Ковш представляет собой стальной кожух, стенки и дно которого изнутри выложены огнеупорным кирпичом. Для разливки чугуна используем поворотные ковши. После футеровки ковши необходимо тщательно просушить и прокалить до темно-красного цвета. Для этого используем стенд для сушки ковшей газообразным топливом при температуре 500 - 600°C, который имеет местную вытяжку продуктов горения.

Расчет парка заливочных ковшей производится с учетом количества одновременно работающих ковшей, продолжительности работы ковша до ремонта и длительности ремонта. Время работы ковша до ремонта и длительность ремонта зависят от емкости ковша.

Принимаем для использования ковши ёмкостью 6т.

Рассчитаем необходимое количество одновременно работающих ковшей (N – ковши ёмкостью 6т) по формуле:

$$n = q * N_n * t_0 / M * 60,$$

где q - производительность печи, т/ч;

N_n - количество одновременно работающих печей;

t_0 - время оборота ковша, мин; M - емкость ковша, т.

$$n = 3 * 4 * 20 / 6 * 60 = 3,7$$

Принимаем 4 работающих ковша в смену. Результаты расчёта парка ковшей сводим в таблице 18.

Таблица 18 – Результаты расчёта парка ковшей

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		32

Ёмкость ковша, кг	Число одновременно работающих	Число ковшей в ремонте	Запас ковшей	Общее количество ковшей
6000	12	8	4	24

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						33
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

1.4.2. Формовочно-заливочно-выбивное отделение

В формовочно-заливочно-выбивном отделении производятся следующие операции: формовка полуформ, сборка форм, заливка форм жидким металлом, выдержка залитых форм перед выбивкой, выбивка отливок из форм. Трудоемкость этих операций составляет до 60% от общей трудоемкости изготовления отливок. Технологическое, подъемно-транспортное оборудование, модельно-опочная оснастка являются наиболее дорогостоящими. Поэтому при выборе технологического оборудования необходимо учитывать следующее:

- максимальная механизация всех трудоемких основных и вспомогательных операций;
- передового опыта других заводов;
- условия работы должны соответствовать современным требованиям техники безопасности;
- охрана труда и окружающей среды.

Для изготовления отливок ответственного назначения в условиях крупносерийного и массового производства характерно применение различного вида упрочняемых форм из самоотвердеющих смесей. Для изготовления отливки «Звездочка» используем холоднотвердеющие смеси.

Расчет программы формовочного отделения.

В соответствии с выбранным технологическим процессом необходимо рассчитать количество формовочного оборудования. Прежде всего, составляется расчетная программа формовочного отделения, цель которой – определить годовое количество форм для каждого технологического процесса.

Исходными данными для расчета формовочного отделения служат значения годового количества отливок с учетом внешнего и внутреннего брака. Металлоемкость формы определяется на основе известных значений масс отливок с литниками и прибылями.

Объем формовочной смеси на форму (V_c) определяется по формуле:

$$V_c = V_f - (V_m + V_{ст}),$$

где V_f – объем формы;

V_m – объем металла в форме;

$V_{ст}$ – объем стержней в форме (без знаковых частей).

Опираясь на данные производственной программы (таблица 1), составим производственную программу формовочного отделения (таблица 19).

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		34

Таблица 19- Производственная программа формовочного отделения

Отливка	Кол-во форм в год, шт.	Технологическ ие потери		Кол-во форм с учётом потерь, шт.	Масса формовочной смеси, т	
		%	шт.		на форму	в год
Штанга направл.	15041	5	752	15793	0,1	1579,3
Шток	21880		1094	22974	0,2	4594,8
Шпиндель	15690		784	16474	0,2	3294,8
Винт	30000		1500	31500	0,3	9450
Вал	8600		430	9030	0,1	903
Крышка цилиндра	7666		383	8049	0,1	804,9
Крейцкопф	10000		500	10500	0,2	2100
Коленвал	7500		375	7875	0,2	1575
Картер	6000		300	6300	0,3	1890
Втулка	3500		175	3675	0,6	2205
Подпятник	6000		300	6300	0,3	1890
Втулка большая	3000		150	3150	1	3150
Головка	5000		250	5250	0,3	1575
Крышка	3500		175	3675	1	3675
Блок цилиндра	3100		155	3255	0,7	2278,5
Люлька	4500		225	4725	1	4725
Тяга	1900		95	1995	1,2	2394
Траверса	1760		88	1848	1,2	2217,6
Редуктор	1800		90	1890	1,2	2268
Опора	1600		80	1680	1,2	2016
Корпус	1200		60	1260	1,4	1764
ИТОГО:	159237		7961	167198		56349,9

Технологический процесс изготовления форм из ХТС.

При изготовлении формы для отливки «Звездочка» используем технологию изготовления формы из ХТС. Данная технология рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных отливок массой до 700 кг. Формы из ХТС отличаются высокой прочностью и точностью.

Для изготовления форм используют металлические опоки. При этом применяют холоднотвердеющие смеси с синтетическими смолами. Эти смеси приготавливают и сразу же выдают в опоки шнековыми смесителями, устанавливаемыми в формовочном отделении. При изготовлении форм смесь уплотняют в опоках на вращающихся столах, а так же с помощью вибрационного стола. Время выдержки мелких форм обычно составляет 1 – 5 минут, а средних и крупных 8 – 40 минут после виброуплотнения.

Выбор формовочного оборудования.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		35

Основным направлением повышения производительности труда и качества отливок, изготавливаемых в разовых объёмных формах, является применение автоматических и комплексно-механизированных линий. Для окупаемости затрат на установку формовочных линий их необходимо интенсивно использовать, кроме того, они должны обладать необходимой технической и технологической надёжностью и ремонтпригодностью.

Формовочное оборудование выбирают по принятому технологическому процессу и приемлемому способу уплотнения, по необходимому размеру форм и производительности в зависимости от массы, объёма и серийности производства отливок.

В проектируемом цехе для форм с габаритными размерами 1200×1600×400используем комплексно-механизированные линии типа ИФЛ72С, для форм с габаритными размерами 800×600×300 – автоматическую формовочную карусель. Технические характеристики формовочного оборудования представлены в таблице 20.

Таблица 20 – Технические характеристики комплексно - механизированной формовочной линии марки ИФЛ72С и технические характеристики автоматизированной формовочной карусели.

Размер опоки, мм	Производительность, ф/ч	Установленная мощность, кВт	Габаритные размеры линии, м	Масса, т
Комплексно-механизированная формовочная линия ИФЛ72С				
1200×1600	25	458	64,8×17,1	1100
Автоматическая формовочная карусель				
800×600	20	400		

Расчет количества формовочного оборудования.

Расчет необходимого количества автоматических формовочных комплексно-механизированных формовочных линий ИФЛ72С производится по формуле:

$$N = \frac{Q * K_n}{T_d * q} = \frac{159237 * 1}{3645 * 25} = 1.75$$

где:

N – количество единиц оборудования, шт;

Q – годовое количество форм, шт;

K_n– коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{159237 * 1}{3645 * 25} = 1,75 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке две линии модели ИФЛ72С.

Коэффициент загрузки двух линий определим по формуле:

$$K_3 = N_{\text{л}} / N,$$

где $N_{\text{л}}$ – расчетное количество линий;

N – принимаемое количество линий. $K_3 = 1,75 / 2 = 0,88$.

$$N = \frac{159237 * 1}{3645 * 20} = 2,2 \text{ шт.}$$

Принимаем к установке три автоматические формовочные карусели. Коэффициент загрузки формовочной карусели определим по формуле:

$$K_3 = N_{\text{л}} / N,$$

где $N_{\text{л}}$ – расчетное количество линий;

N – принимаемое количество линий.

$$K_3 = 2,2 / 3 = 0,74.$$

1.4.3. Стержневое отделение.

При изготовлении стержней для отливки «Блок подвески» используем технологию изготовления стержней из ХТС. Данная технология рассчитана на выпуск мелких, средних и крупных стержней массой до 700 кг, которые по сложности относятся к II – V классам, а по конструктивным особенностям – к сплошным и полым. Стержни отличаются высокой прочностью и точностью, легко удаляются из отливок при выбивке форм.

Для изготовления стержней используют деревянные стержневые ящики, окрашиваемые эпоксидными или меламиновыми красками. При этом применяют холоднотвердеющие смеси с синтетическими смолами. Эти смеси приготавливают и сразу же выдают в ящик шнековыми смесителями, устанавливаемыми в стержневом отделении. При изготовлении стержней смесь уплотняют в ящике на вращающихся столах или с помощью вибрационного стола. Время выдержки мелких стержней в ящике обычно составляет 20 – 40 секунд, а средних и крупных 8 – 40 минут после виброуплотнения. Стержни для чугуновых отливок окрашивают красками на основе циркона для

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		37

тонкостенных отливок один раз, а для толстостенных и массивных два раза. После окраски стержни подсушивают при температуре 80-120°C в течение 20 – 40 минут.

Благодаря высокой прочности стержни можно транспортировать путём захвата за подъёмы каркаса без применения сушильных плит. Крупные стержни целесообразно выполнять полыми, а внутренние их полости заполнять насыпанным в мешочки гравием или кусками бракованных стержней. Несмотря на высокую стоимость ХТС, они широко используются благодаря высокой точности и низкой шероховатости поверхностей отливок. ХТС обеспечивают хорошую выбиваемость стержней из отливок, а также малую трудоёмкость стержневых и очистных работ.

Расчёт программы стержневого отделения.

На основании производственной программы цеха, приведенной в таблице 1, составляем производственную программу стержневого отделения (таблица 21).

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						38
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 21 – Производственная программа стержневого отделения

Наименование отливки	Количество		Масса стержней		Брак стержней, %	Количество стержней на годовую программу с учетом брака, шт.	Масса стержней на годовую программу с учетом брака, т	Количество стержневых гнезд в ящике, шт.	Годовое количество съёмов стержней, шт.
	На одну отливку, шт.	На программу, шт.	На одну отливку, т	На годовую программу, т					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Штанга направл.	3	45123	0,002	90,246	5	47379,15	94,7583	8	5922,394
Шток	4	87520	0,003	262,56	5	91896	275,688	8	11487
Шпиндель	2	31380	0,002	62,76	5	32949	65,898	6	5491,5
Вал	2	17200	0,004	68,8	5	18060	72,24	4	4515
Крышка цилиндра	5	38330	0,002	76,66	5	40246,5	80,493	8	5030,813
Крейцкопф	2	20000	0,004	80	5	21000	84	4	5250
Коленвал	4	30000	0,004	120	5	31500	126	4	7875
Подпятник	2	12000	0,004	48	5	12600	50,4	4	3150
Крышка	2	7000	0,02	140	5	7350	147	4	1837,5
Блок цилиндра	4	12400	0,01	124	5	13020	130,2	6	2170
Люлька	4	18000	0,01	180	5	18900	189	4	4725
Тяга	4	7600	0,01	76	5	7980	79,8	4	1995
Траверса	4	7040	0,03	211,2	5	7392	221,76	4	1848
Редуктор	3	5400	0,06	324	5	5670	340,2	1	5670
Корпус	3	3600	0,05	180	5	3780	189	1	3780
Всего по цеху		342593		5833,3		359722,7	6124,965		70747,21

Технологический процесс изготовления стержней из ХТС.

Организация работы стержневого отделения и выбор метода изготовления стержней зависят от характера литья. В стержневом отделении выполняются операции изготовления, покраски, сушки, зачистки и сборки стержней, их контроль и комплектовка. На площадях стержневого отделения размещаются каркасный участок, склады для суточного хранения стержневых ящиков, плит и стержней. Объем стержневых работ зависит главным образом от сложности отливок, то есть количества и массы стержней на 1 тонну годного литья, а выбор метода изготовления стержней и оборудования – от серийности номенклатуры.

Таблица 22 – Состав холоднотвердеющей смеси для форм и стержней.

Количество, % по массе		
Кварцевый песок	Регенерат	Жидкая композиция
70	20	5 смолы ОФ-110; 5 паратолуоласульфокислоты

Выбор стержневого оборудования и расчёт его количества.

При выборе оборудования для проектируемого стержневого отделения следует базироваться на принятом технологическом процессе изготовления стержней с учётом вида производства отливок.

Для изготовления стержней из ХТС в проектируемом цехе целесообразно установить автоматическую стержневую линию Л16Х. Технологические характеристики линии приведены в таблице 22.

Таблица 23 – Технологические характеристики автоматической стержневой линии Л16Х.

Показатели	Характеристики
Максимальный размер стержневого ящика, мм	1300×1300×600
Наибольшая масса стержня, кг	16
Производительность, съёмов/ч	35
Мощность, кВт	33
Габаритные размеры линии, мм	20800×4220×3640

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		40

Масса, т

40

Автоматизированная стержневая линия включает в себя комплект оборудования, на котором выполняются операции по изготовлению стержней. К таким операциям относятся: приготовление стержневой смеси ХТС, наполнение стержневого ящика смесью, уплотнение смеси на вибрационном столе, накладывание транспортной плиты на ящик, кантовка ящика со стержнем, извлечение стержня из стержневого ящика, укладка стержня на плиту, транспортирование плит со стержнем на участок покраски стержня противопожарной краской, а затем на склад стержней, возврат стержневых ящиков после очистки и сборки на позицию заполнения стержневой смесью.

Стержневые транспортные плиты очищаются в специальной камере, смонтированной на раме приводного роликового конвейера. Внизу камеры имеется воронка, в которой собираются продукты очистки, вверху камеры - патрубок для вытяжной вентиляции.

Расчет количества стержневых линий произведем по формуле:

$$N = \frac{Q * K_H}{T_{\partial} * q}$$

где:

N – количество единиц оборудования, шт;

Q – годовое количество съёмов, шт;

K_H– коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{70747,21 * 1.2}{3645 * 35} = 0.67$$

Принимаем к использованию одну стержневую линии модели Л16Х с коэффициентом загрузки K_з = 0,67.

Процесс подготовки формовочных смесей.

Формовочные и стержневые смеси это основные компоненты технологического процесса изготовления отливок в разовые песчаные формы. Составы и свойства смесей выбираем в

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		41

зависимости от технологии изготовления форм и стержней, конфигурации и массы отливок. Формовочные смеси в зависимости от их назначения, делятся на облицовочные, наполнительные и единые.

В смесеприготовительном отделении выполняется контроль качества свежих формовочных материалов, транспортирование компонентов формовочной и стержневой смесей к месту их приготовления, приготовление формовочной и стержневой смесей и противопопригарной краски для стержней из смеси ХТС, контроль их качества.

Выбор формовочной и стержневой смеси.

Составы формовочных смесей определяются технологией изготовления форм, конфигурацией и массой отливки.

В проектируемом цехе для изготовления форм используем холоднотвердеющие смеси, так как данная смесь обеспечивает высокую прочность формы, точный отпечаток модели и хорошую поверхность отливки.

Основные компоненты самотвердеющих смесей: регенерированная или обратная смесь, кварцевый песок, химическое связующее и катализатор химического процесса затвердевания. Из всех видов химических связующих наиболее технологичными являются различные синтетические смолы, так как они, разрушаясь после контакта с горячим металлом, легче выбиваются из опок, а отработанная смесь легко регенерируется.

Стержневые смеси, как правило, находятся в более тяжёлых условиях, чем формовочные, так как вся поверхность стержней обычно соприкасается с жидким металлом и испытывает высокие температуры и давление.

Стержневые смеси делят на две группы: упрочняемые смеси средней прочности, приобретающие прочность в процессе тепловой обработки и самотвердеющие смеси высокой прочности.

Для изготовления стержней также используем холоднотвердеющие смеси, обладающие высокой прочностью. Состав и свойства смесей описаны в таблице 23 и 24.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		42

Таблица 24 – Свойства ХТС для форм и стержней.

Основные свойства		
Влажность, %	Газопроницаемость, ед	Предел прочности на разрыв, МПа
до 1	150	4,9

Расчёт оборудования смесеприготовления.

Приготовление смесей из предварительно подготовленных материалов состоит из следующих операций:

- смешивание составных частей в заданных пропорциях;
- разрыхление смеси.

При смешивании смесей требуется достичь более равномерного распределения всех составляющих смеси в объеме. Поэтому операция перемешивания является важнейшей во всем технологическом процессе приготовления формовочной и стержневой смесей.

Для приготовления формовочной смеси применяем смесители для ХТС марки 4732 производительностью 20 т/ч.

Необходимое количество оборудования определим по формуле:

$$N = \frac{Q * K_H}{T_{\partial} * q}$$

где:

N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса формовочной смеси на программу, т;

K_H– коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{Q * K_H}{T_{\partial} * q} = \frac{56349,9 * 1,2}{3645 * 20} = 0,93$$

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		43

Принимаем к использованию один смеситель марки 4732 с коэффициентом загрузки: $K_3 = 0,93/1=0,93$.

Приготовление стержневой смеси ХТС происходит непосредственно в смесителе, который входит в состав автоматизированной стержневой линии Л16Х.

Для просеивания песка необходимо выбрать и рассчитать количество сит. В качестве сит принимаем полигональное барабанное сито марки 175М с производительностью 20 т/ч.

Определим объем кварцевогопеска:

$$V_{\text{песка}} = V_{\text{пескаформ. смес.}} + V_{\text{песка стерж.смеси}},$$

$$V_{\text{пескаформ.смес.}} = 56349,9 \cdot 70 / 100 = 39445 \text{ т},$$

$$V_{\text{песка стерж.смеси}} = 6125 \cdot 70 / 100 = 4287,5 \text{ т},$$

$$V_{\text{песка}} = 39445 + 4287,5 = 43732,5 \text{ т}.$$

Рассчитаем необходимое количество сит для песка:

$$N = \frac{43732,5 \cdot 1,2}{3975 \cdot 20} = 0,7$$

Принимаем одно полигональное барабанное сито марки 175М производительностью 20 т/ч, с коэффициентом загрузки: $K_3 = 0,7$.

Рассчитаем необходимое количество сушил для песка:

$$N = \frac{43732,5 \cdot 1,2}{3975 \cdot 10} = 1,32$$

Принимаем два барабанных сушила для песка марки S6210 производительностью 10 т/ч,с коэффициентом загрузки: $K_3 = 1,32 / 2 = 0,7$.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		44

1.4.4. Участок финишных операций

Для выбивки отливок используются выбивные решетки модели 424. Технические характеристики решетки приведены в таблице 25.

Таблица 25 –Технические характеристики выбивной решетки 424.

Грузоподъемность, т	Значение
Размер полотна: дхш, мм	2240х1800
Частота вращения вала, об/мин	880
Амплитуда колебаний, мм	28
Установленная мощность, кВт	15,5
Габаритные размеры: дхшхв, мм	2820х2375х820
Производительность, т/ч	10
Масса, кг	3400

Рассчитаем количество выбивных решеток по формуле:

$$N = \frac{Q * K_H}{T_d * q}$$

где:

N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса отливок с литниками и прибылями на программу, т;

K_H– коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

q – производительность оборудования.

Рассчитаем необходимое количество галтовочных барабанов:

$$N = \frac{29367 * 1.2}{3975 * 10} = 0.89$$

Принимаем одну выбивную решетку с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = 0,89/1=0,89.$$

Для очистки отливок от формовочной и стержневой смеси в проектируемом цехе применяем: для отливок до 50кг – галтовочные барабаны; массой 50 – 700 кг дробеметные камеры. Галтовочная очистка происходит в результате соударения и трения отливок одна о другую в процессе их взаимного перемещения во вращающемся в горизонтальной плоскости барабане.

В дробемётных камерах очистка выполняется потоком чугунной дробы, направляемой на отливку специальными головками и аппаратами.

Технические характеристики галтовочного очистного барабана 314:

- производительность –5 т/ч;
- диаметр барабана –2 м;
- длина рабочей части барабана –6,4 м;
- частота вращения –10об/мин;
- мощность электродвигателей–41,7 кВт.

Технические характеристики дробеметной камеры 42810:

- грузоподъемность подвески – 700 кг;
- габаритные размеры очищаемой отливки – 1000×1700 мм;
- шаг подвесок – 1600 мм;
- производительность –5т/ч
- масса дробы, выбрасываемая дробеметными аппаратами –1600 кг/мин;
- объем отсасываемого воздуха – 59000 м³/ч;
- установленная мощность электродвигателей – 300 кВт;
- габаритные размеры камеры – 15250×12000×8400 мм;
- масса камеры – 94 т.

Количество необходимого оборудования рассчитываем по формуле:

$$N = \frac{Q * K_n}{T_d * q}$$

где:

N – количество единиц оборудования, шт;

Q – масса отливок с литниками и прибылями на программу, т;

K_n– коэффициент неравномерности использования оборудования (для формовочного оборудования равен 1,2);

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		46

q – производительность оборудования.

Рассчитаем необходимое количество галтовочных барабанов:

$$N = \frac{29367 * 1,2}{3975 * 5} = 1,77$$

Принимаем два галтовочных барабана с коэффициентом загрузки:

$$K_3 = 1,77/2=0,89$$

Количество дробебетных камер равно:

$$N = \frac{29367 * 1,2}{3975 * 5} = 1,77$$

Принимаем две дробебетные камеры переодического действия марки 42810 с коэффициентом загрузки $K_3 = 1,77/2=0,89$.

В этом отделении цеха также выполняют операции удаления литниковых систем, прибылей, очистку от пригоревшей смеси, а также производится обрубка литников и прибылей, термическая обработка отливок, исправление пороков и приёмка отделом технического контроля.

На участок обрубки литников и прибылей отливки поступают на подвесном толкающем конвейере.

Для обрубки отливок применяем воздушно-дуговую резку. Для зачистки питателей, прибылей и других мелких неровностей на наружных поверхностях отливок применяем специальные установки, снабжённые абразивными корундовыми или карборундовыми кругами. Заусенцы, острые кромки и другие подобные неровности удаляем на ленточных шлифовальных станках.

Технические характеристики ленточно-шлифовального станка GM75:

- Размер абразивной ленты – 75×2000 мм;
- Тип привода – электродвигатель;
- Производительность 25 шт./ч;
- Мощность привода – 4 Вт;
- Напряжение тока – 400 В;
- Количество фаз – 3;
- Частота вращения – 3000 об/мин;
- Окружная скорость – 37 м/с;
- Вес – 135 кг.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		47

Расчёт количества шлифовальных станков производится по формуле:

$$N = \frac{Q * K_H}{T_{\partial} * q}$$

где:

N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

K_H – коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{544215 * 1.2}{4015 * 25} = 6,5$$

Принимаем семь шлифовальных станков модели GM75 с коэффициентом загрузки K_з = 6,5/7 = 0,93.

Абразивная очистка отливок применяется в качестве завершающей операции обрубных и очистных работ. Принимаем механизированных комплекса для абразивной зачистки отливок марки 98516М.

Расчет количества механизированных комплексов 98516М:

$$N = \frac{Q * K_H}{T_{\partial} * q}$$

где:

N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

K_H – коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

q – производительность оборудования.

$$N = \frac{544215 * 1.2}{4015 * 35} = 4,65$$

Принимаем пять механизированных комплекса 98516М с коэффициентом загрузки K_з = 4,65 / 5 = 0,93.

В таблице 26 приведены технические характеристики механизированного комплекса для абразивной зачистки отливок.

Таблица 26. Технические характеристики механизированного комплекса 98516М для абразивной зачистки отливок.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		48

Марка	Основная техническая характеристика	Расчётная производительность, шт./ч	Габаритные размеры, мм
98516М	Наибольшие размеры отливок 2000×1200×1200	35	6200×4600×3000

Для снятия внутренних напряжений и улучшения обрабатываемости отливок при обработке резанием, придания металлу определённой структуры и физико-механических свойств применяется термообработка.

Для термообработки отливок устанавливаем в цехе термическую печи марки ОКБ 2020. Технологические характеристики печи приведены в таблице 27.

Таблица 27– Техническая характеристика термической печи ОКБ 2020.

Наименование характеристики	Значение
Мощность, кВт	230
Рабочая температура, С	550
Число тепловых зон, шт	5
Производительность при рабочей температуре, шт./ч	100
Размеры рабочего пространства, мм	8270×1700×600

Расчёт количества печей производится по формуле:

$$N = \frac{Q * K_n}{T_d * q}$$

где:

N – количество единиц оборудования, шт;

Q – количество отливок на программу, т;

K_n–коэффициент неравномерности использования оборудования (равен 1,2);

q – производительность оборудования.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		49

$$N = \frac{544215 * 1.2}{3890 * 100} = 1,39$$

Принимаем две термических печи типа ОКБ 2020с коэффициентом загрузки $K_z = 1,39/2=0,7$.

Отпуск производим в печах марки ОКБ 4023. Технические характеристики печи приведены в таблице 28.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		50

Таблица 28 – Техническая характеристика термической печи ОКБ 4023.

Наименование характеристики	Значение
Максимальная температура, С	200
Время термообработки, ч	9
Производительность, шт./ч	100
Размеры рабочего пространства, мм:	3390×2150×11700

Количество печей для отпуска рассчитаем по формуле:

$$N = \frac{544215 * 1.2}{3890 * 100} = 1,39$$

Принимаем две термических печи марки ОКБ 4023 с коэффициентом загрузки $K_3 = 1,39/2=0,7$.

После термообработки отливки подвергаются проверке на твердость специальным прибором. Затем отправляются на склад готовой продукции, который находится в непосредственной близости от участка термической обработки и зачистки деталей.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЛИВКИ

2.1 Характеристика литой детали и условия ее службы

2.1.1 Материал отливки и его свойства

Звездочка - служит для передачи вращающего момента при помощи передаточной цепи исполнительному механизму.

Отливка относится ко 2-й группе, т.е. к ответственным отливкам. Поэтому перечень контролируемых показателей качества отливки составляет: внешний вид, размеры, химический состав, механические свойства: предел текучести (временное сопротивление) и относительное удлинение. К материалу предъявляются требования по прочности и износостойкости.

Звездочка состоит из ступицы, диска, переходящего в зубчатую поверхность. Для облегчения изготовления формы зубчатая поверхность звездочки, шпоночный паз не отливается, а в последствии изготавливается при помощи механической обработки.

Масса детали 31,6кг.

Материал данной отливки – сталь 38ХЛ конструкционная легированная. Эта сталь имеет хорошие литейные свойства: удовлетворительную жидкотекучесть и не склонна к образованию холодных и горячих трещин, имеет хорошую свариваемость. Кремний и марганец, содержащиеся в данной стали, вводятся главным образом для раскисления, а марганец и для нейтрализации вредного действия серы.

Химический состав и механические свойства данного материала приведены в таблице 29.

Таблица 29 - Свойства стали 38ХЛ

Химический состав						Механические свойства				
C	Mn	Si	Cr	S	P	Предел текучести σ_T , МПа	Временное сопротивление σ_B , МПа	Относит. Удлинение δ , %	Относит. сужение ψ , %	Ударная вязкость КСЧ, $\frac{кДж}{м^2}$
0,32 - 0,45	0,40 - 0,90	0,20- 0,42	0,3- 0,6	$\leq 0,04$	$\leq 0,04$	491	638	12	25	392

Линейная усадка: 2,2-2,3%

					ДП 44.03.04.755 ПЗ					Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата						52

Изготовление отливки целесообразно проводить в песчано-глинистые формы с применением машинной формовки. Формовочные машины позволяют механизировать самые трудоемкие процессы изготовления форм: уплотнение смеси в опоке и извлечение модели из формы. Механизация формовки обеспечивает более высокое качество, и в первую очередь большую точность отливок, облегчает условия труда формовщиков, повышает производительность труда.

Звездочка относится к ответственным отливкам, поэтому к качеству поверхности предъявляются повышенные требования. Изготовление форм отливки выбираем всухую.

В зависимости от способа литья, максимального размера отливки и типа металла определяем класс точности отливки и припуски на механическую обработку ГОСТ 26645-85:

- класс размерной точности 12
- степень коробления 8
- степень точности поверхностей 16
- класс точности массы отливки 12
- ряд припусков 6
- допуск размеров 9

Точность отливки: 12-8-16-12.

С учетом указанных величин значение основного припуска составляет 8мм и относится к поверхностям отливки, находящимся при заливке снизу и сбоку, на верхнюю поверхность ступицы и на зубчатую поверхность принимаем припуск 12мм.

В зависимости от марки сплава, характеристики отливки, применяемых методов изготовления форм определяем составы формовочных и стержневых смесей (таблицы 19,20).

Формы и стержни красят противопожарной краской на основе шламов электрокорунда марки ЭС-1. Стержни, покрашенные водными красками, проходят обязательную тепловую сушку при $T=150-220^{\circ}\text{C}$ в течение 40-60 минут; формы при $T=280-360^{\circ}\text{C}$ в течение 3-5 часов. Краску на стержни и формы наносят кистью или пульверизатором. Формы и стержни подвергаются сушке для повышения прочности, газопроницаемости и снижения их газотворной способности. Для лучшего удаления влаги из форм и стержней требуется хорошая циркуляция между ними газов, поэтому как формы, так и стержни устанавливать в сушиле на некотором расстоянии друг от друга.

2.1.2 Выбор и обоснование плоскости разъема формы и подвода сплава к отливке

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		53

Вариант выбора положения отливки в форме должен быть согласован с условиями выбора поверхности разъема формы. Отливка «Звездочка» симметрична относительно оси. Модель отливки в данном случае разъемная.

Выбранное положение отливки в форме не обеспечивает равномерное затвердевания отливки, т.е. питание всех нижележащих элементов отливки через вышележащие. Применяем способ «вписанных окружностей». Окружность, вписанная в узел, должна свободно проходить по вышележащим сечениям по направлению к прибыли. В результате этого способа внутри ступицы сделаем технологический напуск и установим прибыль на ступицу. Этими методами мы обеспечим направленное затвердевание отливки.

При выбранной поверхности разъема модель свободно извлекается из формы после формовки.

Внутреннее отверстие ступицы и 8 отверстий в диске выполняем стержнями, которые фиксируются в нижней полуформе с помощью вертикальных знаков. При изготовлении отливок «колесного» типа целесообразно подводить металл в обод. Это обеспечит меньшие литейные напряжения. Необходимо разместить питатели так, чтобы направление движения металла было в одну сторону и было исключено встречное движение струй. В данном случае металл подводим в обод под углом в 30°, что обеспечит плавное заполнение формы.

2.1.3 Обеспечение питания отливки

Определение узлов питания отливки и зон действия прибылей

Прибылью называется специальный технологический прилив к поверхности отливки, затвердевающей позднее самой отливки, в прибыли формируется усадочная раковина.

Прибыль устанавливаем в верхней части отливки с тем расчетом, чтобы она выполняла еще и роль выпора для отвода газов при заливке.

Для осуществления эффективного питания отливки необходимо обеспечить направленное к прибыли затвердевание отливки, чтобы исключить возникновение объемной усадки. Применяя метод вписанных окружностей, тело ступицы к прибыли увеличиваем за счет механической обработки.

Устанавливаем прибыль на ступицу. Прибыль обеспечит питание всего объема отливки.

Перед расчетом размеров прибыли определим объем отливки.

$$V_{\text{отл}} = V_{\text{ступицы}} + V_{\text{диска}} + V_{\text{обода}} + V_{\text{ребер}} + V_{\text{прилива}} - V_{\text{отверстий}}$$

$$V_{\text{ступицы}} = 0,785 \cdot (19,5^2 - 9,9^2) \cdot 19 = 4210 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{обода}} = 0,785 \cdot (51,6^2 - 43,6^2) \cdot 5,5 = 3288 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{диска}} = 0,785 \cdot (37,7^2 - 20^2) \cdot 2,5 = 2004 \text{ см}^3$$

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		54

$$V_{\text{ребер}} = 6 \cdot 4,25 \cdot 1,5 \cdot 8 \text{ шт} = 306 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{отверстий}} = 3,14 \cdot 5^2 / 4 \cdot 2,5 \cdot 8 \text{ шт} = 392,5 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{прилива}} = 0,785 \cdot (9,9^2 - 7,9^2) \cdot 8,4 = 234,8 \text{ см}^3$$

$$V_{\text{отл}} = 4210 + 3288 + 2004 + 306 + 234,8 - 392,5 = 9650 \text{ см}^3$$

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						55
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

2.2 Литейные формы и стержни

2.2.1 Определение количества стержней и их размеров

В данной технологии используем два типа стержней:

Стержень №1 выполняет отверстие в ступице диаметром 99мм и располагается вертикально при заливке. Фиксация стержня в форме осуществляется с помощью нижнего знака. Так как над стержнем №1 стоит прибыль, поэтому для исключения его всплытия знак стержня увеличим до диаметра 190мм и закрепим его в форме гвоздями. Предусмотрим и верхний знак стержня для облегчения обрезки прибыли.

Стержни №2 выполняют отверстия в диске (8 шт.), расположенные вертикально при заливке. Фиксация стержней в форме осуществляется с помощью нижнего знака.

Знаки определяем согласно ГОСТ 3606-80 (таблица 30).

Таблица 30

№ стержня	Размер стержня (a+b)/2 или D, мм	Длина стержня L, мм	Высота (длина) знака h ₁ , мм	Высота (длина) знака h ₂ , мм	S ₁ , мм	S ₂ , мм	Уклон, градусы
1	99	190	40	25	1,1	-	7
2	50	25	20	-	0,5	0,8	10

Рис. 1 Эскиз нижнего вертикального знака

2.2.2 Описание изготовления форм и стержней

Изготовление форм происходит на машине путем встряхивания. Изготовление формы начинают с установки модели на модельную плиту, затем на плиту ставят нижнюю опоку. Модель припыливают и наносят слой облицовочной смеси (30мм). Далее в опоку насыпают единую смесь, после чего путем встряхивания происходит уплотнение. Такой метод позволяет получить хорошее уплотнение формы модели и вокруг нее. Следующей операцией является извлечение модели из формы: в модель ввертывают подъем, ее слегка расталкивают ударами молотка по подъему и извлекают из формы, сохраняя вертикальное положение. После извлечения модели отделяют поверхность формы. Поврежденные места формы исправляют гладилками. Некоторые части формы укрепляют шпильками. Для предупреждения ухода расплава из формы при заливке на плоскости разъема формы наносят риски вокруг отпечатка модели на расстоянии 50мм от нее. Таким же образом готовят верхнюю полуформу, только на плиту устанавливают верхнюю часть модели с прибылями.

Звездочка относится к ответственным отливкам, поэтому формы необходимо красить противопожарной краской и после покраски высушить, т.е. формовка всухую. Таким образом, улучшают качество поверхности отливки.

Стержень изготавливают вручную в стержневых ящиках. В данном случае стержневой ящик разъемный, то есть состоящий из двух половинок. Ящик насыпают слой стержневой смеси, при этом устанавливают каркас в виде прутка для увеличения прочности и жесткости стержня. Уплотнение смеси производят с помощью трамбовки. После набивки стержня срезают излишки смеси и делают наколы. После извлечения стержня из стержневого ящика сразу производят отделку стержня во избежание поверхностного обсыхания и обсыпаемости. Отделанный стержень окрашивают, устанавливают на сушильную плиту и подают в сушило. Сушка повышает их прочность и уменьшает газотворность. Температура сушки $280\div 320^{\circ}\text{C}$ с выдержкой 40 минут. Готовый стержень проверяется кронциркулем или специальными шаблонами.

2.2.3 Конструирование и расчет прибылей

Рассчитаем объемы прибыли по формуле Пржибыла:

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		57

$$V_{\text{пр}} = \frac{V_0 \cdot \alpha_v \cdot \beta}{1 - \alpha_v \cdot \beta}$$

Где:

α_v – относительная объемная усадка сплава (для данной стали $\alpha_v = 0,045$);

β – коэффициент запаса металла в прибыли, равный отношению объема прибыли к объему усадочной раковины в прибыли (для данной курсовой $\beta = 7$)

V_0 – объем питаемого узла, см^3

Объем прибыли:

$$V_{\text{пр1}} = \frac{9650 \cdot 0,045 \cdot 7}{0,685} = 4438 \text{ см}^3$$

Форму прибыли выбираем цилиндрическую с полусферическим верхом.

$$V_{\text{пр}} = \frac{3,14 \cdot 18,6^2 \cdot H}{4} + 4,19 \cdot r^3 / 2 = 4438 \text{ см}^3$$

$$271,6 \cdot H + 1685 = 4438 \quad H = 10 \text{ см}$$

Габариты прибыли: $D = 186 \text{ мм}$, $H = 195 \text{ мм}$

2.2.4 Определение выхода годного

Чистовой вес звездочки составляет 31,6 кг.

Расчет технологического выхода годного (ТВГ) производится по формуле:

$$\text{ТВГ} = \frac{Q_{\text{отл}}}{Q_{\text{отл}} + Q_{\text{приб}} + Q_{\text{лс}}} \cdot 100\%,$$

где:

$Q_{\text{отл}}$ – масса отливки, кг;

$Q_{\text{приб}}$ – масса прибылей, приходящаяся на одну отливку, кг;

$Q_{\text{лс}}$ – масса литниковой системы, кг.

$$Q_{\text{отл}} = V_{\text{общ}} \cdot 7,8 = 9,65 \cdot 7,8 = 75,3 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{приб}} = \sum V_{\text{приб}} \cdot 7,8 = 4,438 \cdot 7,8 = 34,6 \text{ кг}$$

$$Q_{\text{лс}} = 0,05 \cdot (75,3 + 34,6) = 5,5 \text{ кг}$$

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		58

$$TBI = \frac{75,3}{75,3 + 34,6 + 5,5} \cdot 100\% = 65\%$$

2.3 Конструкция и расчет литниковой системы

2.3.1 Выбор и обоснование типа литниковой системы и способа заливки сплава в форму

Заполнение форм сплавом является первым этапом формирования отливки. Управление заполнением форм осуществляется путем соответствующего конструирования и расчета литниковой системы (ЛС). Правильная конструкция ЛС должна обеспечить непрерывную подачу расплава в форму по кратчайшему пути, спокойное и плавное ее заполнение, создание направленного затвердевания отливки, минимальный расход металла на ЛС, не вызывать местных разрушений формы вследствие большой скорости металла.

Для отливки из стали ЛС состоит из воронки, стояка, шлакоуловителя и питателя. Питатели подводим в нижнюю часть формы по касательной

Расход сплава, протекающего через ЛС, определяется площадью узкого места системы. При литье сплавов, не склонных к окислению и вспениванию (типа углеродистых), в качестве узкого места принимают питатели, так как используем поворотный ковш для заливки металла. Поэтому выбираем замкнутую ЛС, то есть по ходу потока сплава площади сечений элементов системы уменьшаются. Замкнутость ЛС имеет важное значение для обеспечения улавливания шлака и неметаллических включений.

2.3.2 Расчет оптимальной продолжительности заливки и площадей сечений литниковых каналов

Рассчитаем оптимальную продолжительность заливки формы. По формуле Г.М.Дубицкого,

$$\tau_{\text{опт}} = S_1 \cdot \sqrt[3]{\delta \cdot G},$$

где:

S_1 – коэффициент продолжительности заливки (в соответствии с данными Г.М.Дубицкого, для данной отливки примем $S_1=1,4$);

G – масса жидкого металла, заливаемого в форму, кг;

δ – преобладающая толщина стенки отливки, мм (примем $\delta=40$ мм).

Масса жидкого металла, заливаемого в форму, равна сумме черновой массы отливки (75,3кг), массы прибылей $G_{\text{пр}}=(34,6\text{кг})$ и массы металла, расходуемого на заполнение литниковых каналов. Массу литниковых каналов примем равной 5,5кг. С учетом этого $G= 115,4\text{кг}$. Находим значение оптимальной продолжительности заливки:

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						60
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

$$\tau_{\text{опт}} = 1,4 \cdot \sqrt[3]{40 \cdot 115,4} = 23,3 \text{ с.}$$

Для расчета площади узкого места литниковой системы применим формулу:

$$F_{\text{уз}} = \frac{G \cdot 1000}{\rho \cdot \tau_{\text{опт}} \cdot \mu \cdot \sqrt{2g \cdot H_p}},$$

где:

G – масса жидкого металла, заливаемого в форму, кг;

ρ - плотность сплава (для стали $\rho=7,8 \text{ г/см}^3$);

μ - коэффициент расхода литниковой системы (по данным Г.М. Дубицкого для данной отливки $\mu=0,32$);

g – ускорение свободного падения;

H_p – расчетный напор жидкого металла при заливке формы, см.

Расчетный напор жидкого металла определяем по формуле Дитерта:

$$H_p = H_0 - \frac{P^2}{2 \cdot C},$$

где:

H_0 – высота верхней опоки плюс высота литниковой воронки, см;

C – общая высота отливки с учетом прибылей см;

P – расстояние от места подвода металла до верхней части полости формы, см.

$$H_p = 40 - \frac{28,7^2}{2 \cdot 38} = 29,2 \text{ см.}$$

С учетом приведенных значений величин находим площадь узкого места системы:

$$F_{\text{уз}} = \frac{115,4 \cdot 1000}{7,8 \cdot 23,3 \cdot 0,32 \cdot \sqrt{2g \cdot 29,2}} = 8,4 \text{ см}^2$$

В качестве узкого места примем питатель.

Примем следующее соотношение площадей элементов системы

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		61

$$\Sigma F_{y3} : \Sigma F_{лх.} : \Sigma F_{ст.} = 1 : 1,2 : 1,4$$

В данной технологии используем 2 питателя.

$$F_{питат.} = 8,4 \text{ см}^2 : 2 = 4,2 \text{ см}^2$$

$$F_{лх.} = 4,2 \cdot 1,2 = 5 \text{ см}^2,$$

$$F_{ст.} = 8,4 \cdot 1,4 = 11,3 \text{ см}^2$$

Диаметр стояка определяем как $d_{ст.} = 2\sqrt{\frac{F_{ст.}}{\pi}} = 38 \text{ мм.}$

По найденным значениям площадей питателей и литникового хода найдем их конкретные размеры. Примем для этих элементов трапециевидальную форму сечения (рис.1).

$$Fn = 4,2 \text{ см}^2$$

К-во питателей = 2 шт

$$\sum Fn = 4,2 \cdot 2 = 8,4 \text{ см}^2$$

Размеры элементов приведены в таблице 31.

Таблица 31 Размеры элементов ЛС

Элемент ЛС	F _{эл-та} , см ²	a	b	h	r
		мм			
Питатель	4,15	24	20	19	5

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						62
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Шлакоуловитель	5	26	22	21	6
----------------	---	----	----	----	---

Большое значение имеют «зумпфы», принимающие включения, несущиеся в большом количестве в первых струях металла. Они одновременно уменьшают удар металла при поступлении из стояка в отливку. Для стояка площадью $11,6\text{см}^2$ размеры зумпфа по справочным данным составляют: $R=22\text{мм}$, $C=15\text{мм}$, $r=10\text{мм}$ (рис.2).

Для обеспечения замкнутости системы, удобства формовки используют конические, расширяющиеся вверх круглые стояки. Конусность стояка зависит от его высоты. При высоте стояка 400мм $d_{\text{ст.в}}-d_{\text{ст.н}}=4\text{ мм}$, где $d_{\text{ст.в}}$ и $d_{\text{ст.н}}$ – диаметр стояка вверху (42мм) и внизу (38мм) соответственно.

Для приема жидкого сплава, поступающего из ковша в форму, служит воронка, являющаяся элементом литниковой системы. Форма внутренней поверхности воронки должна охватывать контур падающей струи. Определение размеров воронки осуществляется в зависимости от значения диаметра стояка вверху. При $d_{\text{ст.в}}=42\text{мм}$ диаметр и высота воронки относятся $D_{\text{в}}=H_{\text{в}}=2,7 \cdot d_{\text{ст.в}}=113\text{мм}$.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		63

2.4 Модельно-литейная оснастка

2.4.1 Выбор оснастки

Модельно-литейная оснастка – это средства технологического оснащения, дополняющие литейное технологическое оборудование для выполнения определенной части технологического процесса получения отливок.

В нашем случае оснастка: две половинки модели, воспроизводящие геометрию отливки; модель прибыли; модель литниковой системы; координатная модельная плита; опока; штыри для соединения опок; стержневой ящик; плоские сушильные плиты для сушки стержней, камерное сушило для сушки форм. Стержни, покрашенные водными красками, проходят обязательную тепловую сушку при $T=150-220^{\circ}\text{C}$ в течение 40-60 минут; формы при $T=280-360^{\circ}\text{C}$ в течение 3-5 часов.

2.4.2 Определение размеров опок. Выбор конструкции и материала опок

Размеры опок должны обеспечить беспрепятственное размещение модели при формовке, а также соответствующую прочность формы, то есть снизу, сверху и сбоку модели должен быть слой смеси, обеспечивающий соответствующую прочность. В зависимости от массы отливки находим минимально допустимую толщину слоя:

- от верха модели до верха опоки 90мм;
- от низа модели до низа опоки 100мм;
- от модели до стенки опоки 60мм;
- между моделью и шлакоуловителем 50мм.

Отсюда по ГОСТ 17130-71 – ГОСТ 17131-71 выбираем прямоугольные парные сварные опоки из литых стальных элементов размером $1000 \times 800 \times 400/300$ в свету. Для облегчения выхода газов из форм в стенках опоки предусмотрены отверстия. Для удержания уплотненной смеси предусматриваются внутренние ребра. При сборке опоки соединяют с помощью втулок. Для предупреждения подъема верхней полуформы давлением жидкого металла, кроме грузов, укладываемых сверху на форму, предусматривают специальные приливы для скрепления опок между собой специальными скобами.

2.4.3 Выбивка, обрубка и очистка отливок

Вывивка опок состоит из освобождения их от отливок и от формовочной смеси. Эту операцию выполняют на механических выбивных решетках. Решетка с литейной формой совершает колебательное движение. В каждом цикле колебаний решетки форма подбрасывается вверх и затем, падая, ударяется о решетку. В момент соударения под действием сил инерции форма

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		64

разрушается. Выбитая из опоки формовочная смесь проваливается через решетку и системой конвейеров передается к месту ее переработки для повторного использования. Далее отливка поступает в очистное отделение литейного цеха для очистки, обрубки, отделки.

Для удаления стержней из отливок и очистки их от остатков отработанной смеси применяют электрогидравлическую установку, в которой очистка осуществляется за счет электрогидравлического эффекта, возникающего при высоковольтном разряде в воде и сопровождающемся интенсивным перемещением жидкости в зоне разряда и вибрацией. Преимущества этого способа: обеспечивается высокая производительность и эффективность, исключается тяжелый ручной труд, снижается запыленность воздуха в литейном цехе.

Отделение прибыли, литников, выпоров, заливов от отливок из углеродистых сталей производится с помощью дуговой и газовой резки. Для удаления остатков питателей, заусенец применяют шлифовальные абразивные круги.

2.4.4 Термическая обработка отливок

Отливки в литом состоянии имеют крупнозернистую структуру, высокую твердость, низкие прочностные и пластические свойства. В них сохраняются значительные внутренние напряжения. Структура и свойства отливок могут быть значительно улучшены посредством термической обработки (т/о), вид которой определяется природой сплава, конфигурацией отливки и техническими условиями.

Стальные отливки обычно подвергаются т/о в два этапа. Сначала проводят предварительную т/о (отжиг) при температуре $550 \div 650^\circ\text{C}$ с выдержкой 3÷4 часа с последующим охлаждением с печью до $100 \div 150^\circ\text{C}$ для снятия внутренних напряжений, измельчения структуры зерна и уменьшения твердости перед мех.обработкой. При правильно проведенных нагреве и охлаждении отливки напряжения будут иметь незначительную величину.

Целью второго этапа т/о является получение заданных механических свойств.

Отливку подвергают нормализации ($860 \div 880^\circ\text{C}$) с отпуском ($600 \div 630^\circ\text{C}$).

Цель нормализации — придание металлу однородной мелкозернистой структуры (не достигнутой при предыдущих процессах — литье) и как следствие — повышение его механических свойств (пластичности и ударной вязкости). При нормализации стали происходит распад Аустенита с образованием смеси Феррита с Перлитом или Сорбитом.

Фасонное стальное литьё подвергают нормализации для устранения грубозернистой литой структуры, обуславливающей низкие механические свойства отливок — для устранения различий в структуре, вызванных условиями деформации и охлаждения.

2.4.5 Контроль качества отливок

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						65
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

В зависимости от технических условий изготовления отливок, а также требований стандартов отливки подвергаются различным видам контроля, которые позволяют выявить те или иные дефекты.

Для данной отливки большинство дефектов связано с качеством поверхности, которые могут быть выявлены при визуальном обследовании отливок или с помощью измерения в доступных частях отливки геометрических параметров. Контроль химического состава сплава осуществляется с применением химического или спектрального методов анализа в процессе плавки взятием проб из ванны. Пробы для определения химического состава стали отливок отбирают в соответствии с ГОСТ 7565.

Поверхностные засоры могут быть выявлены при мех.обработке либо с помощью средств неразрушающей дефектоскопии.

Определение механических свойств металла отливок проводят на образцах, взятых от пробных брусков. Отделение приливных брусков от отливок может проводиться после окончательной термической обработки.

Проконтролированные отливки разделяются на годные, с исправимыми дефектами и бракованные, которые подлежат переплаву в качестве шихтового материала. Отливки с исправимыми дефектами восстанавливают методами и способами, указанными в стандартах и технических условиях.

Возможные дефекты в данной отливки могут быть из-за нарушения технологии, следствием отступления от режимов на любой технологической операции, например, при подготовке формовочных и шихтовых материалов, формовке, плавке, заливке, термообработке.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		66

2.4.6 Возможные дефекты отливок и меры по их устранению

Основными причинами дефектов отливок являются нетехнологичность конструкции деталей, несовершенство технологического процесса, нарушения технологии и недоброкачественность технологических материалов.

Дефекты, возникающие из-за несовершенства технологического процесса, встречаются наиболее часто. Для устранения таких дефектов требуется не только научный подход к решению технологических задач, но и анализ пробных отливок с целью корректировки технологии.

Дефекты, вызываемые нарушением технологии, могут быть следствием отступления от режимов на любой технологической операции, например, при подготовке формовочных и шихтовых материалов, формовке, плавке, заливке, термообработке и т.д. Дефектность и брак отливок неизбежно возрастают при неудовлетворительном состоянии оборудования и оснастки, а также при небрежной работе рабочих.

Несоответствие структуры возникает из-за неправильно выбранного химического состава сплава, режима термической обработки, условий охлаждения отливки. Несоответствие структуры приводит к несоответствию требований, касающихся механических свойств отливок. Для исправления структуры иногда достаточно повторной термической обработки отливок.

К общим мероприятиям по борьбе с дефектами можно отнести:

- обеспечение технологической документацией;
- организацию контроля за исполнением технологии;
- изучение брака и принятие оперативных решений по предупреждению повторения выявленных дефектов;
- получение повседневной информации исполнителей технологического процесса о выявленных дефектах;
- разъяснение причин брака.

Основными средствами исправления дефектов отливок является заварка. Заваркой устраняют раковины, недоливы.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		67

3. ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРОЕКТА

3.1 Расчет численного состава рабочих

Различают списочную и явочную численность рабочих, фактически участвующих в производственном процессе. Списочная численность рабочих включает всех постоянных и временных рабочих, имеющих трудовые договорные отношения с предприятием [12].

Расчёт явочной численности рабочих выполняем по формуле:

$$N_{\text{я}} = N_i \cdot A_i \cdot C_i$$

где N_i – норма обслуживания оборудования в смену, чел.;

A_i – количество одновременно работающих однотипных агрегатов, шт.;

C_i – число смен в сутки.

Списочное число рабочих определяем по формуле:

$$N_{\text{сп}} = N_{\text{я}} \cdot K_{\text{сп}},$$

где: K – коэффициент списочного состава, $K = \frac{T_{\text{н}}}{T_{\text{д}}}$

Баланс рабочего времени основных рабочих представлен в таблице 32.

Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих представлен в таблице 33.

Таблица 32– Баланс рабочего времени основных рабочих

Статья баланса	Фонд времени	
	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	101	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	247	1976
Плановые невыходы на работу	34	272
основной и дополнительный отпуск;	30 (25)	-
по болезни;	7	-
выполнение государственных обязанностей;	1	-
отпуск учащихся.	1	-
Действительный фонд времени	213	1704
Коэффициент списочного состава Ксп	1,16	-

Таблица 33 –Баланс рабочего времени вспомогательных рабочих

Статья баланса	Сутки	Часы
Календарный фонд времени	365	2920
Выходные дни	101	-
Праздничные дни	9	-
Предпраздничные дни	8	-
Номинальный фонд времени	247	1976
Плановые невыходы на работу	30	240
В том числе:		
основной и дополнительный отпуск;	24 (21)	-
по болезни;	7	-
выполнение государственных обязанностей;	1	-
отпуск учащихся	1	-
Действительный фонд времени	217	1736
Коэффициент списочного состава	1,14	-

С учетом данных баланса рабочего времени рабочих выполняем расчет численности рабочих. Расчёт по основным рабочим приведён в таблице 34. Расчет списочного состава вспомогательных рабочих приведён в таблице 35.

Таблица 34 – Расчет списочного состава основных рабочих

Наименование отделений, оборудования и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел.	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			Ксп
					Явочное		Списо- чное	
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Плавильное отделение ИСТ-6,0				4				1,16
Плавильщик	5	2	1		4	8	10	
Подручный	2	2	1		4	8	10	
Завальщик	3	2	1		4	8	10	
Шихтовщик	3	2	1		4	8	10	
Заливщик	3	2	1	1	1	2	3	
Итого					13	26	35	
Формовочное отделение Комплексно-механическая формовочная линия ИФЛ72С								1,16
Оператор	5	2	1		1	2	3	
Автоматическая формовочная карусель				2				
Оператор	4	2	1		2	4	5	
Итого				4	3	6	8	
Стержневое отделение Автоматическая стержневая линия Л16Х								1,16
Оператор	3	2	2		2	4	5	
Итого					2	4	5	
Смесеприготовительное отделение Сушильные печи								1,16
Сушильщик	3	2	1		2	4	5	

Продолжение таблицы 2343 – Расчет списочного состава основных рабочих

Наименование отделений, оборудования и профессий	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Норма обслуживания, чел	Количество агрегатов, шт.	Количество рабочих, чел.			Ксп
					Явочное		Списо- чное	
					В смену	В сутки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Двухвальный двуплечий смеситель 4732				2				1,16
Земледел	3	2	1		2	4	5	
Полигональное барабанное сито 175М				1				
Земледел	3	2	1		1	2	3	
Итого					5	10	13	
Отделение выбивки, очистки и термообработки отливок Галтовочный барабан 314				1				1,16
Оператор	4	2	1		1	2	3	
Дробемётная камера 42735				2				
Оператор	3	2	1		2	4	5	
Термическая печь ОКБ2020				2				
Термист	4	2	1		2	4	5	
Термическая печь ОКБ4023				2				
Термист	4	2	1		2	4	5	
Механизированный								

Таблица 35 – Расчет списочного состава вспомогательных рабочих

Наименование профессии	Тарифный разряд	Число смен в сутки	Количество рабочих			Ксп
			Явочное		Списочное	
			В смену	В сутки		
Комплектовщик моделей	4	2	1	2	3	1,14
Ковшевой	3	2	2	4	5	
Маркировщик литья	2	2	1	2	3	
Модельщик по ремонту моделей	4	2	2	4	5	
Контролёр	3	2	2	4	5	
Лаборант	3	2	2	4	5	
Весовщик	2	2	1	2	3	
Водитель внутрицехового транспорта	2	2	2	4	5	
Крановщик	4	2	4	8	10	
Кладовщик	2	2	2	4	5	
Слесарь	4	2	2	4	5	
Электрик	4	2	3	6	7	
Футеровщик	4	2	2	4	5	
Работник по подготовке шихты и формовочных материалов	2	2	2	4	5	
Стропальщик	3	2	4	8	10	
Всего вспомогательных рабочих			32	64	81	

В таблице 36 представлено штатное расписание ИТР, служащих и МОП.

Таблица 36 – Штатное расписание ИТР, служащих и МОП

Должность	Количество , чел.	Должностной оклад, руб.	Сумма оклада с учетом районного коэффициента, руб.	
			За месяц	За год
ИТР				
Начальник цеха	1	40000	46000	552000
Зам. начальника цеха по производству	1	32000	36800	441600
Зам. начальника цеха по подготовке производства	1	32000	36800	441600
Начальник планово- диспетчерского бюро	1	28000	32200	386400
Начальник технологического бюро	1	28000	32200	386400
Начальник бюро труда и заработной платы	1	28000	32200	386400
Начальник бюро технического контроля	1	28000	32200	386400
Старший мастер	4	20000	92000	1104000
Мастер	8	18000	165600	1987200
Старший энергетик	1	20000	23000	276000
Главный механик	1	20000	23000	276000
Итого	21	294000	552000	6624000
Служащие				
Табельщик	2	12000	27600	331200
Секретарь	1	12000	13800	165600
Бухгалтер	2	15000	34500	414000
Завхоз	1	13000	14950	179400
Экспедитор	1	12000	13800	165600
Учётчик	3	30000	103500	1242000
Итого	10	94000	208150	2497800
МОП				
Курьер	1	6000	6900	82800
Уборщик	4	7000	32200	386400
Сторож	3	6500	22425	269100
Итого	8	19500	61525	738300
ВСЕГО	39	407500	821675	9860100

Принятое количество управленческого и обслуживающего персонала приведено в таблице 37.

Таблица 37 – Структура трудящихся в цехе

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		73

Категория персонала	Количество человек	Удельный вес в общей численности, %
Рабочие, всего	200	83,6
основные	119	49,8
вспомогательные	81	33,8
ИТР	21	8,8
Служащие	10	4,3
МОП	8	3,3
Итого:	239	100

3.2. Организация и планирование заработной платы

3.2.1 Расчёт фонда заработной платы

$$T_{\text{ср}} = \sum T_{\text{ст}} * i \frac{N_i}{N_{\text{я}}},$$

где:

$T_{\text{ст.}i}$ - ставка рабочего i -го разряда;

N_i – явочное число рабочих соответствующего разряда;

$N_{\text{я}}$ – явочное число рабочих данной группы.

Фонд заработной платы по каждой группе рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{т.ф}} = T_{\text{ср}} \cdot N_{\text{ч}} \text{ (зарплата по ставке) и } З_{\text{т.ф.с}} = З_{\text{т.ф}} + \Delta З_{\text{с}},$$

где $З_{\text{т.ф.с}}$ – зарплата сдельщиков;

$\Delta З_{\text{с}} = З_{\text{т.ф}} \cdot (K - 1)$ - приработок сдельщика (коэффициент выполнения норм выработки K можно принять в пределах 1,5-1,3);

$N_{\text{ч}}$ – годовые затраты времени данных рабочих на программу. $N_{\text{ч}} = N_{\text{сп}} \cdot T_{\text{д}}$,

где $N_{\text{сп}}$ – списочное число рабочих данной группы;

$T_{\text{д}}$ – действительный фонд рабочего времени рабочего, ч.

Фонд основной заработной платы (за отработанное время) рабочих каждой группы рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{ос}} = З_{\text{т.ф.с}} \cdot 1 + K_{\text{пр}} + K_{\text{ст}} + K_{\text{ком}} + K_{\text{др}} + K_{\text{рн}},$$

где:

$K_{\text{пр}}$ – коэффициент премиальных затрат;

$K_{\text{ст}}$ – коэффициент стимулирующих доплат;

$K_{\text{ком}}$ – коэффициент компенсационных доплат;

$K_{\text{др}}$ – коэффициент прочих доплат;

$K_{\text{рн}}$ – районный коэффициент.

Дополнительная заработная плата вычисляется по формуле:

$$З_{\text{доп}} = \frac{З_{\text{ос}} * K_{\text{доп}}}{100},$$

где:

$K_{\text{доп}}$ – коэффициент дополнительной заработной платы.

Годовой фонд заработной платы основных и вспомогательных рабочих рассчитывается по формуле:

$$З_{\text{г.ф}} = З_{\text{ос}} + З_{\text{доп}}$$

Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих в цехе представлен в таблице 38.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						75
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 38 – Расчет фонда заработной платы основных и вспомогательных рабочих

Участок	Количество рабочих, чел.	Средняя часовая ставка, руб.	Затраты времени на программу, чел. ч.	Зарплата за отработанное время, тыс. руб.								Зарплата, тыс. руб.			
				По ставке	Приработок сдельщика	Премии	Стимулирующие доплаты	Компенсационные доплаты	Прочие доплаты	Итого	С учетом районного коэффициента	За неотработанное время	Годовой фонд	Среднемесячная по отделению	Среднемесячная рабочего
Плавильное отделение	43	45,3	73272	3319,2	1327,7	995,8	497,9	331,9	232,3	6704,8	7710,5	624	8334,5	694,5	16,2
Формовочное отделение	8	56,9	13632	775,7	310,3	232,7	116,4	77,6	54,3	1567	1802,1	145,8	1947,9	162,3	20,3
Стержневое отделение	5	43	8520	366,4	146,6	109,9	54,9	36,6	25,6	740	851	68,9	919,9	76,7	15,3
Смесеприготовительное отделение	13	43	22152	952,5	381	285,8	142,9	95,3	66,7	1924,2	2212,8	179,1	2391,9	199,3	15,3
Отделение выбивки, очистки и термообработки литья	50	51,4	85200	4379,3	1751,7	1313,8	656,9	437,9	306,6	8846,2	10173,1	823,3	10996,4	916,4	18,3
Итого	119												24590,6	2049,2	17,2
Вспомогательные рабочие	81	46,4	14061 6	6524,6	2609,8	1957,4	978,7	652,5	456,7	13179,7	15156,7	2379, 6	17536,3	1461,4	18
Всего	200												42126,9	3510,6	17,6

3.3 Отчисления в социальные фонды

Порядок уплаты страховых взносов во внебюджетные фонды определяется законом от 24.07.2009 № 212-ФЗ «О страховых взносах в Пенсионный фонд Российской Федерации, Фонд социального страхования Российской Федерации, Федеральный фонд обязательного медицинского страхования и территориальные фонды обязательного медицинского страхования» и частично федеральными законами о конкретных видах обязательного социального страхования. В 2013 г. применяются следующие ставки страховых взносов:

- отчисления в Федеральный фонд обязательного медицинского страхования (5,10 % от фонда заработной платы);
- отчисления в Фонд социального страхования Российской Федерации (2,90% от фонда заработной платы);
- отчисления в Пенсионный фонд Российской Федерации (22% от фонда заработной платы).

Отчисления в социальные фонды от фонда оплаты труда основных и остальных трудящихся приведены в таблице 39.

Таблица 39 - Отчисления в социальные фонды

Фонд заработной платы	Отчисления в фонд, тыс. руб.			Отчисления в социальные фонды, тыс. руб.
	Пенсионный	Медицинского страхования	Социального страхования	
Основные рабочие по цеху (24590,6)	5409,9	1254,1	713,1	7377,1
Вспомогательные рабочие по цеху (17536,3)	3858	894,4	508,6	5261
Управленческий и обслуживающий персонал по цеху (9860,1)	2169,2	502,9	285,9	2958

Данные по общему фонду заработной платы с учетом доплат из фонда потребления приведены в таблице 40.

Таблица 40 – Общий фонд заработной платы по цеху, тыс. руб.

Категории работников	Виды доплат из фонда потребления, тыс.руб.				Общий фонд заработной платы
	Единовременные премии (5%)	Вознаграждение за выслугу	Материальная помощь (2%)	Доплаты к отпуску	

				(1%)	
Основные рабочие (24590,6)	1229,5	614,8	491,8	245,9	27172,6
Вспомогательные рабочие (17536,3)	876,8	438,4	350,7	175,4	19377,6
ИТР (6624)	331,2	165,6	132,5	66,2	7319,5
Служащие (2497,8)	124,9	62,5	50	25	2760,2
МОП (738,3)	36,9	18,5	14,8	7,4	815,9
Итого	2599,3	1299,8	1039,8	519,9	57445,8

3.4. Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Прежде всего, определяем балансовую стоимость основных фондов, включающую в себя затраты:

- на возведение зданий и сооружений;
- на приобретение, доставку и монтаж оборудования;
- на приобретение технологической оснастки;
- на приобретение инструмента и инвентаря.

Стоимость здания литейного цеха принимаем 3000 рублей за 1 м³, стоимость бытовых помещений – 3500 рублей за 1 м³. Затраты на здание и бытовые помещения вычисляем по формулам:

$$C_{зд} = *c_{зд},$$

$$C_{б.п.} = *c_{б.п.},$$

где:

$V_{зд}$ и $V_{б.п.}$ – объёмы здания и бытовых помещений, м³;

$c_{зд}$ и $c_{б.п.}$ – удельная цена здания и помещений, тыс.руб/м³.

$$C_{зд} = 85000 \cdot 3000 = 255 \text{ млн. руб};$$

$$C_{бп} = 3500 \cdot 3500 = 12,25 \text{ млн.руб.}$$

Расчёт затрат на приобретение, доставку, монтаж оборудования и подъёмно-транспортных механизмов выполняем по ведомости оборудования. Затраты на монтаж основного оборудования принимаем 10%. Затраты на приобретение и монтаж подъёмно-транспортного оборудования принимаем в размере 60% от стоимости технологического оборудования.

Затраты на инструмент и приспособления принимаем в количестве

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						78
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

200 руб. на 1 тонну годных отливок.

Стоимость хозяйственного инвентаря можно принять из расчета 2000 руб. на одного работающего.

Амортизационные отчисления определяются умножением нормы амортизации на балансовую стоимость основных фондов. Принимаем следующие значения норм амортизации:

- для зданий и сооружений – 2 %;
- для плавильных печей – 7 %;
- для технологического оборудования – 9 %;
- для подъёмно-транспортного оборудования – 10 %;
- для инструмента и оснастки – 50 %;
- для хозяйственного инвентаря – 10 %.

Результаты расчетов капитальных затрат и амортизационных отчислений приведены в таблице 41.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						79
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 41 – Расчет капитальных затрат и амортизационных отчислений

Наименование	Марка (модель) оборудования	Количество	Стоимость единицы оборудования			Общая стоимость, тыс. руб.	Амортизационные отчисления	
			Цена, тыс.руб.	Монтаж тыс. руб.	Всего, тыс.руб.		Норма, %	Сумма, тыс. руб.
Здания и сооружения		85000	3 за м ³			255000	2	5100
Бытовые помещения		3500	3,5 за м ³			12250	2	245
	Итого					267250		5345
Печь плавильная	ИСТ-6	4	1800	180	1980	7920	7	415,8
Формовочная карусель		3	950	95	1045	3135	9	282,2
Формовочная линия	ИФЛ72С	2	950	95	1045	2090	9	188,1
Стержневая линия	Л16Х	1	500	50	550	550	9	49,5
Термическая печь	ОКБ2020	2	130	13	143	286	9	25,7
Термическая печь	ОКБ4023	2	150	15	165	330	9	29,7
Двухвальный двуплечий смеситель	4732	1	450	45	495	495	9	44,5
Шлифовальный станок	GM75	7	80	8	88	616	9	55,4
Галтовочный барабан	314	2	120	12	132	264	9	23,5
Сито барабанное полигональное	175М	1	20	2	22	22	9	1,9
Дробемётная камера	42735	2	400	40	440	880	9	79,2
Механизированный комплекс для абразивной зачистки отливок	98516М	5	350	35	385	1925	9	173,2
Сушильные печи песка	S610	2	190	19	209	418	9	37,6
Выбивная решетка	424	1	20	2	22	22	9	1,98
	Итого					18953		1546,9
Кран мостовой		3	1000	600	1600	4800	10	480
Инструмент и оснастка						4600	50	2300
Хоз. инвентарь						47,8	10	4,8
Всего						295650,8		9676,7

3.5. Определение затрат и планирование себестоимости

В себестоимость продукции включаются следующие группы затрат:

- материальные затраты;
- затраты на оплату труда;
- отчисления на социальные нужды;
- амортизация основных фондов;
- прочие расходы.

Выделяют следующие категории затрат:

По роли в системе управления:

- производственные;
- непроизводственные.

По их динамике, соответствующей функциональным изменениям:

- переменные;
- постоянные.

Производственные затраты подразделяются на 4 категории:

- Прямые затраты на материалы, которые входят в состав конечного продукта, т.е. на шихтовые материалы;
- Оплата прямого труда, т.е. зарплата основных рабочих (расходы на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды);
- Затраты на амортизацию, ремонт и обслуживание оборудования, технологическую энергию и топливо;
- Накладные цеховые и заводские расходы.

Основная себестоимость продукции образуется из стоимости первых трех групп затрат.

- Непроизводственные (общефирменные) затраты подразделяются на торговые, общие и административные. Они связаны с затратами на продажу продукции и поставку сырья, оплату заводской администрации, судебные издержки т.п.

Сумма производственных и непроизводственных затрат образует полную себестоимость.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						81
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- Переменные затраты (VC) изменяются в целом и прямо пропорционально выпуску продукции (выпуску литья в тоннах). К ним относятся следующие затраты:

- на основные и вспомогательные материалы;
- на оплату труда (полные затраты на оплату труда основных рабочих);
- на технологическую энергию (топливо);
- на социальные нужды;
- на инструмент.

Постоянные затраты не зависят от объема производства (выпуска продукции). К ним относятся следующие затраты:

- на оплату труда вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала;
- амортизацию зданий, сооружений, оборудования и оснастки;
- ремонт оборудования и оснастки.

Затраты на ремонт и эксплуатацию оборудования приведены в таблице 42. Цеховые расходы приведены в таблице 43. Калькуляция себестоимости 1 тонны отливок приведена в таблице 44.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		82

Таблица 42 – Смета расходов на ремонт и эксплуатацию оборудования

Наименование статьи затрат	Сумма, тыс.руб.	Примечание
Эксплуатация оборудования	293,6	1% от стоимости оборудования
Текущий ремонт оборудования	1468	5% от стоимости оборудования
Внутрипроизводственное перемещение груза	72,5	5 руб на 1 тонну годного литья
Износ малоценного и быстроизнашивающегося оборудования	217,5	15 руб на 1 тонну годного литья
Прочие расходы	183,4	10 % от общей суммы расходов
Итого:	2235	

Таблица 43 – Смета цеховых расходов

Статья	На 1 т литья			Сумма на всю программу, тыс. руб.
	Количество , кг	Цена, тыс. руб.	Сумма, тыс. руб.	
Затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала			1,32	30273,2
Отчисления на социальные нужды			0,36	8219
Амортизация здания и хоз. инвентаря			0,23	5349,8
Затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство			0,09	2173,8
Расходы на охрану труда			0,2	4655
Стоимость вспомогательных материалов			10,92	251160
- песок 1K016A	2666,1	2,2	5,9	135700
- регенерат	761,7	4,1	3,1	71300
- смолы ОФ-1	190,4	5,2	0,99	22770
- паратолуоласульфокислота	190,4	4,9	0,93	21390
Итого			13,12	301830,8
Транспортный налог			0,02	574,5
Прочие расходы			1,97	45360,8
Итого цеховых расходов			15,11	347766,1

Таблица 44 - Калькуляция себестоимости 1 тонны годных отливок

Статьи затрат	Единицы измерения	На 1 т литья			На программу	
		Количество	Цена, руб /т.	Сумма, тыс.руб.	Количество	Сумма, тыс. руб.
Сырье и основные материалы						
Чугун	т	4	11	4,7	84	9,306
Стальной лом	т	6	18	0,4	11,30	314,604
Отходы производства	т	30		0,6	8,530	0
Железная руда	т	2,446	1,5	1,9	12,00	8
Феросилиций		0,716	30		0,9	3
Ферромарганец		2,166	6,5		1,200	0,184
Алюминий	т	0,1	1,7	0,14	0,32	0,19
Феррохром		1,25	2,8	3,5	0,9	0,32
Итого		4,667	85	90,10	121,5	3213,921
Отходы		0,58			10440	
Угар и потери	т	0,028			432	
Итого				95	14,5	
Оплата труда основных рабочих				1,18		27172,6
Отчисления на социальные нужды				0,32		7377,1
Технологическая электроэнергия	тыс. кВт/ч	1,17	14,50	16,97	26910	390195
Энергия на технические нужды: - Вода - Сжатый воздух	тыс.м ³	0,03 0,09	7,21 6,00	0,22 0,54	690 2070	4974,9 12420
Расходы на подготовку и освоение производства				66,5		1528976,8
Расходы на ремонт и эксплуатацию оборудования				0,1		2230,8
Отчисления на амортизацию оборудования				0,06		1343,3
Основная себестоимость				95,39		2193970
Цеховые расходы				15,11		347766,1
Цеховая себестоимость				110,5		2541736,1
Общезаводские расходы				1,7		39024,8
Производственная себестоимость				112,2		2580760,9
Непроизводственные расходы				1,7		38711,4
Полная себестоимость				113,9		2619472,3

3.6. Расчет плановых постоянных и переменных затрат

Постоянные затраты складываются из следующих составляющих:

$$FC = FC_1 + FC_2 + FC_3 + FC_4 + FC_5 + FC_6 + FC_7 + FC_8;$$

где:

FC_1 – отчисления на амортизацию оборудования, зданий и

сооружений;

FC_2 – отчисления на эксплуатацию и ремонт оборудования;

FC_3 – затраты на оплату вспомогательных рабочих, управленческого и обслуживающего персонала, плюс отчисления на социальные нужды;

FC_4 – затраты на НИОКР, рационализаторство и изобретательство;

FC_5 – расходы на охрану труда; FC_6 – прочие цеховые расходы; FC_7 – общезаводские расходы;

FC_8 – непроизводственные расходы.

Значения затрат берутся из соответствующих статей калькуляции себестоимости и сметы цеховых расходов.

$$FC = 9473,1 + 2230,8 + 30273,2 + 2173,8 + 4655 + 347766,1 + 39024,8 + 38711,4 = 474308,2 \text{ тыс. р.}$$

Средние удельные постоянные расходы равны: $AFC = FC/M$,

где M – годовой выпуск годного литья по программе цеха, т.

$$AFC = 474308,2 / 16500 = 28,7 \text{ тыс. р./т.}$$

Далее производим расчёт переменных затрат по формуле:

$$VC = VC_1 + VC_2 + VC_3 + VC_4 + VC_5 + VC_6,$$

где:

VC_1 – суммарные затраты на сырьё и основные материалы;

VC_2 – затраты на оплату труда основных рабочих и отчисления на социальные нужды;

VC_3 – затраты на технологическую энергию;

VC_4 – затраты на техническое использование воды и сжатого воздуха;

VC_5 – затраты на вспомогательные материалы;

VC_6 – транспортный налог.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		85

Данные для расчёта переменных расходов берутся из соответствующих статей таблицы 33.

$$VC = 169859,1 + 34549,7 + 390195 + 17394,9 + 251160 + 574,5 = 863733,2 \text{ тыс. р.}$$

Средние удельные переменные расходы (на 1 т годного литья) равны: $AVC = VC/M$,

$$AVC = 863733,2 / 16500 = 52,3 \text{ тыс. р./т.}$$

Общие годовые затраты равны: $TC = FC + VC$, то есть: $TC = 474308,2 + 863733,2 = 1338041,4$ тыс. р.

Общие средние удельные затраты равны полной себестоимости годного литья:

$$ATC = AFC + AVC,$$

$$ATC = 28,7 + 52,3 = 81 \text{ тыс. р./т.}$$

3.7. Ценообразование

При установлении цен на продукцию используют следующие методы ценообразования:

- обеспечение безубыточности и получение прибыли;
- установление цены, исходя из ценности товара;
- ориентацию на издержки производства.

Рассчитаем цену по формуле: $P = 1,9 \cdot S$,

где: S – себестоимость тонны годного литья, тыс. р.;

$$P = 1,9 \cdot 113,9 = 216,4 \text{ тыс. р.}$$

Примем цену на тонну годного литья из сплава СЧ25, равную 220000 р. Доход от продаж определим по формуле:

$$D = P \cdot Q,$$

где:

D – доход от продаж, тыс. р.;

P – цена продукции, р.;

Q – объем производства, т.

$$D = 220 \cdot 16500 = 3630000 \text{ тыс. р.}$$

Прибыль определим по формуле:

$$\Delta\P = D - B.З.,$$

где: $B.З.$ – валовые затраты = полной себестоимости, тыс.р.

$$\Delta\P = 3630000 - 2619472,3 = 1010527,7 \text{ тыс.р.}$$

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		86

3.8. Расчет коммерческой эффективности проекта

Примем расчетный срок реализации проекта – 3 года, т.е. 12 кварталов. Сооружение цеха проходит в несколько этапов. Строительство здания – три первых квартала. В первом квартале расходуется 30 % капитальных затрат на строительство здания, во втором – 30 % и в третьем квартале – 40 %. Приобретение и монтаж оборудования, подъемно-транспортных средств, приобретение оснастки, хозяйственного инвентаря и прочих средств осуществляется в 3, 4 и 5 кварталах. В третьем квартале расходуется 20 % средств, в четвертом квартале – 60 % и в пятом квартале – 20 %.

Выпуск литья начинается в четвертом квартале, принятую мощность $M_{\text{пр.кв}}$ (выпуск литья $M_{\text{пр.г}} = 16500$ т, $M_{\text{пр.кв}} = M_{\text{пр.г}} / 4 = 16500 / 4 = 4125$ т) начинают достигать с пятого квартала. В четвертом квартале выпуск литья будет составлять $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,5 = 4125 \cdot 0,5 = 2062,5$ т; в пятом квартале - $M_{\text{пр.кв}} \cdot 0,75 = 4125 \cdot 0,75 = 3093,75$ т; в шестом и последующих кварталах - $M_{\text{пр.кв}} = 4125$ т.

Для начала реализации проекта требуется прирост оборотных фондов на создание в третьем квартале необходимых запасов основных и вспомогательных материалов. Суммарные инвестиционные издержки на проект сводим в таблице 45

Таблица 45 – Распределение необходимых инвестиций в основные и оборотные средства

Адрес инвестиций	Инвестиции по кварталам, млн.р.						
	1	2	3	4	5	6	Всего
1. Строительство здания	80,2	80,2	106,9	-	-	-	267,3
2. Приобретение и монтаж	-	-	5,2	15,7	5,2	-	26,1
Итого	80,2	80,2	114,1	15,7	5,2	-	295,4

В таблице приняты следующие обозначения: $ИОК_1$ – капитальные затраты на строительство здания и бытовых помещений; $ИОК_2$ – капитальные затраты на приобретение и монтаж оборудования.

Общий объем необходимых инвестиций равен:

$$ИОК = ИОК_1 + ИОК_2 + ИПО,$$

где ИПО – инвестиции на прирост оборотных средств.

Оперативный план производства приведен в таблице 46. Примем объем собственных средств $ИФС = 0,6 \cdot ИОК$. Остальные средства в объеме $0,4 \cdot ИОК$ распределяются между привлеченными и заемными средствами, т.е. $ИОК = ИФС + ИФПр + ИФЗ$.

Таблица 46 – Оперативный план производства

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						87
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Показатель	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
1.Рыночный потенциал цеха,т.	-	-	-	2875	4312,5	5750	5750	5750	1000
2.Цена 1 тонны годного литья, тыс.р.	-	-	-	220	220	220	220	220	220
3.Объём продаж, тыс.т.	-	-	-	2875	4312,5	5750	5750	5750	16500
4.Доля предприятия в отраслевом рынке	0	0	0	0,5	0,75	1	1	1	1
5.Объём производства, тыс.т.	-	-	-	2875	4312,5	5750	5750	5750	16500

Привлеченные средства получают за счет выпуска и продажи обычных акций.

Заемный капитал предполагает возврат средств и выплату процентов. Преимуществом использования заемных средств является исключение процентных выплат за кредит из валовой прибыли, при расчете налогооблагаемой прибыли. Примем ставку на кредит – 100 % годовых (25 % в квартал) с поквартальной выплатой, $ИФП_r = 0,25 \cdot ИОК$ и $ИФ_3 = 0,15 \cdot ИОК$.

В таблице 47 приведены источники финансирования.

Таблица 47 – Источники финансирования

Наименование источника	Распределение вложений по кварталам, млн р.						
	1	2	3	4	5	6	Всего
1. Собственные средства	80,2	80,2	16,7	-	-	-	177,1
2. Привлеченные средства	-	-	-	73,9	-	-	73,9
3. Заемные средства	-	-	-	22,2	22,2	-	44,4
Итого	80,2	80,2	16,7	96,1	22,2	-	289,3

План привлечения и погашения кредитных средств приведен в таблице 48.

Таблица 48 - План привлечения и погашения кредитных средств

Наименование операции	Распределение по кварталам, млн р.					
	4	5	6	7	8	9-12
1. Привлечение кредита	22,2	22,2	-	-	-	-
2. Погашение кредита	-	-	-	-	-	44,4
3. Финансовые издержки (процент за кредит)	-	5,6	11,2	11,2	11,2	-
Итого	22,2	27,8	11,2	11,2	11,2	44,4

При реализации проекта осуществляются три вида деятельности: инвестиционная, операционная и финансовая. В каждом из этих видов деятельности можно выделить притоки и оттоки денежных средств.

Инвестиционная деятельность – это деятельность предприятия по вкладыванию собственных средств и привлечению чужих средств.

Операционная деятельность – деятельность по производству продукции. Финансовая деятельность связана с привлечением собственного капитала, кредитов, с погашением задолженностей по кредитам, с выплатами дивидендов.

Данные по операционной, инвестиционной и финансовой деятельности приведены в таблицах 49, 50 и 51.

Таблица 49 – Данные по инвестиционной деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн.р.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9–12
Поступления от продажи активов (акций)				73,9					
Затраты на приобретение активов									
Итого				73,9					

Таблица 50 – Данные по финансовой деятельности

Наименование показателя	Распределение по кварталам, млн.р								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9–12
Собственный капитал	80,2	80,2	16,7	-	-	-			
Заемные средства	–	–	–	22,2	22,2				
Излишек средств	80,2	80,2	16,7	2,2	2,2				

Таблица 51 – Данные по операционной деятельности

Показатель	Распределение по кварталам						
	1-3	4	5	6	7	8	9 – 12
1. Объём производства, т.	-	2875	4312,5	5750	5750	5750	16500
2. Цена продукции, тыс.р./т.	-	220	220	220	220	220	220
3. Доход от продаж, млн.р.	-	632,5	948,8	1265	1265	1265	5060
4. Налог на добавленную стоимость, млн.р.	-	126,5	189,8	253	253	253	1012
5. Налоги и сборы, млн.р.	-	9,5	14,2	18,9	18,9	18,9	79,9
6. Валовые затраты, млн.р.	-	327,4	491,2	659,9	654,9	654,9	2619,5
7. Валовая прибыль, млн.р.	-	178,6	267,8	352,1	352,1	352,1	1428,5
8. Резервный фонд, млн.р.	-	16,5	24,3	31,6	30,1	30,1	118,9
9. Резервный фонд нарастающим итогом, млн.р.	-	16,5	40,8	72,4	102,5	132,6	251,5
10. Фонд развития, млн.р.	-	139,9	199,3	252,9	210,6	210,6	772,6
11. Налогооблагаемая прибыль, млн.р.	-	12,7	30	48,7	92,5	92,5	457,1
12. Налог на прибыль, млн.р.	-	4,4	10,5	17	32,4	32,4	159,9
13. Чистая прибыль, млн.р.	-	164,7	243,1	316,2	300,8	300,8	1188,6
14. Фонд потребления, млн.р.	-	-	-	-	30,1	30,1	188,9
15. Фонд накопления, млн.р.	-	139,9	199,3	252,9	210,6	210,6	772,6
16. Фонд накопления нарастающим итогом, млн.р.	-	139,9	339,2	592,1	802,7	1013,3	1785,9
17. Дивиденды, млн.р.	-	8,2	19,4	31,6	30,1	30,1	178,3

Налог на добавленную стоимость (НДС) принят 20 % от дохода, а налоги и сборы взяты в размере 1,5 % от дохода. Отчисления в резервный фонд являются обязательными. Начиная с 4 квартала, примем отчисления в резервный фонд 10 % от чистой прибыли. Фонд потребления до 7 квартала примем равным нулю. С 7 квартала отчисления в фонд потребления составят 10% от чистой прибыли.

Накопление резервного фонда производится до тех пор, пока он не достигнет 15 % от уставного капитала. Пока не будет обеспечена положительная разница между притоком и оттоком денежных средств, весь фонд накопления будет направляться на реализацию проекта.

Валовая прибыль определяется по формуле $ВП = 0,8Д - ВЗ$, где ВЗ – валовые затраты с учетом отчислений по %-м ставкам за кредит.

Расчет чистой прибыли производится по формуле:

$$ЧП = \frac{(ВП - НС) * (1 - \frac{НП}{100})}{1 - (1 - K_1 - K_2) * \frac{НП}{100}}$$

где:

ВП – валовая прибыль, млн.р.;

НС – сумма налогов и сборов, млн.р.;

НП – налог на прибыль, млн.р.;

K_1 и K_2 – доли от чистой прибыли, отчисляемые в фонд потребления и дивиденды, млн.р. (значения приведены в таблице 52).

Таблица 52 – Значения коэффициентов K_1 и K_2

Коэффициент	4	5	6	7	8	9-12
K_1	0	0	0	0,1	0,1	0,1
K_2	0,05	0,08	0,1	0,1	0,1	0,15

Налогооблагаемую прибыль определим по формуле:

$$НОП = ВП - НС - РФ - ФР,$$

где:

ФР-фонд развития (примем его равным фондом накопления ФН),

РФ-резервный фонд.

Резервный фонд рассчитываем по формуле: $ФР = 0,1 \cdot ЧП$.

Фонд потребления рассчитываем по формуле: $ФП = K_1 \cdot ЧП$.

Отчисления на дивиденды рассчитываем по формуле: $Д = K_2 \cdot ЧП$.

Фонд накопления (фонда развития) рассчитываем по формуле:

$$ФН = ЧП - ФР - Д.$$

В таблицах 53,54,55 приведены данные по притокам и оттокам денежных средств в первые 12 кварталов реализации проекта.

Таблица 53 – Расчет чистых денежных потоков

Денежные потоки, млн р.	Денежные потоки в кварталы инвестиционного периода, млн.р.								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9-12
I. Операционная деятельность									
1. Приток наличности	-	-	-	139,9	339,2	592,1	802,7	1013,3	1785,9
Погашение задолженности за кредит	-	-	-	-	-	-	-	-	-44,4
Расходы на основные средства	-80,2	-80,2	-16,7	-96,1	-22,2	-	-	-	-
4. Чистый денежный поток	-80,2	-80,2	-16,7	43,8	317	592,1	802,7	1013,3	1741,5
II. Финансовая деятельность									
Приток									
5. Собственный капитал	80,2	80,2	16,7			-	-	-	-
6. Заемные средства	-	-	-	22,2	22,2	-	-	-	-
7. Чистый денежный поток	80,2	80,2	16,7	22,2	22,2	-	-	-	-
III. Инвестиционная деятельность									
Приток									
8. Поступления от продажи активов (акций)	-	-	-	73,9	-	-	-	-	-
9. Чистый денежный поток	-	-	-	73,9	-	-	-	-	-
10. Излишек средств	0	0	0	139,9	339,2	592,1	802,7	1013,3	1741,5
11. Суммарная потребность	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12. Сальдо на конец месяца				9	479,1	1071,2	1873,9	2887,2	4628,7

Таблица 54 – Расчёт чистого дисконтированного эффекта

Наименование показателя	Кварталы								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9 – 12
1. Чистый денежный поток, млн.р.		0	0	139,9	339,2	592,1	802,7	1013,3	1741,5
2. Коэффициент дисконта α_t	1	0,855	0,731	0,624	0,534	0,452	0,39	0,335	0,178
3. Чистый дисконтированный поток, млн.р.	0	0	0	87,3	181,1	267,6	313,1	339,5	309,9
4. Чистый дисконтированный поток нарастающим итогом, млн.р.	0	0	0	87,3	268,4	536	849,1	1188,6	1498,5

Таблица 55 – Дисконтированные значения инвестиций

Наименование показателя	Инвестиции по кварталам				
	1	2	3	4	5
1. Суммарные инвестиции, млн.р.	80,2	80,2	16,7	96,1	22,2
2. Дисконтирующий множитель, α_t	1	0,855	0,731	0,624	0,534
3. Дисконтированные инвестиции, млн.р.	80,2	68,6	12,2	59,9	11,9
4. Дисконтированные инвестиции нарастающим итогом, млн.р.	80,2	148,8	161	220,9	232,8

3.9. Показатели эффективности

Показателями эффективности проекта являются:

1) Чистый дисконтированный доход (ЧДД) в конце периода (9–12 кварталы). ЧДД определяется как разность данных по чистому дисконтированному эффекту S и данных по дисконтированным значениям инвестиций на конец периода K :

$$\text{ЧДД} = S - K,$$

где:

S – суммарное дисконтированное значение денежного потока в конце периода;

K – суммарное дисконтированное значение инвестиций.

$$\text{ЧДД} = 1498,5 - 232,8 = 1265,7 \text{ млн.р.}$$

2) Индекс доходности (ИД) определяется по формуле:

$$\text{ИД} = S/K,$$

$$\text{ИД} = 1498,5 / 232,8 = 6,4.$$

$\text{ИД} > 1$, следовательно проект считается эффективным.

В нашем случае срок окупаемости составляет почти 5 кварталов.

Доля собственных средств предприятия в проекте составляет:

$$(177,1/289,3) \cdot 100\% = 61\%.$$

3) Точка безубыточности – это значение минимального объема выпуска продукции, при котором достигается «нулевая валовая прибыль» (доход от продажи равен издержкам производства).

Точка безубыточности рассчитывается по формуле:

$$Q_{\text{кр}} = FC/(P - AVC),$$

где FC – постоянные затраты, млн.р

P – цена одной тонны годного литья, млн.р.;

AVC – средние удельные переменные расходы, млн.р.

$Q_{\text{кр}} = 474308,2 / (220 - 37,6) = 2600,4 \text{ т} < 14500 \text{ т}$, т.е. выпуск отливок превышает точку безубыточности.

В таблице 56 приведены технико-экономические показатели проекта.

Таблица 56 - Техничко-экономические показатели цеха

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						95
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Показатели	Единица измерения	Величина показателей
1. Годовой выпуск продукции	т.	14500
2. Выход годного	%	70,5
3. Численность работающих, всего	чел.	239
в том числе: основных	чел.	119
вспомогательных	чел.	81
ИТР	чел.	21
служащих	чел.	10
МОП	чел.	8
4. Фонд основной заработной платы	тыс.руб.	57445,8
5. Капитальные вложения	тыс.руб.	293384,8
6. Себестоимость	тыс.руб.	2619472,3
7. Прибыль	тыс.руб.	2440527,7
8. ЧДД	млн.руб.	1265,7
9. ИД		6,4
10. Срок окупаемости	год	≈1,25

В данной части дипломного проекта были проведены расчеты эффективности проекта. Было рассчитано количество рабочих, фонды заработной платы, затраты на строительство здания и приобретение оборудования. Мы рассчитали полную себестоимость продукции, как на годовую программу, так и на одну тонну отливок.

Проанализировав расчеты, мы можем сделать вывод, что разрабатываемое производство является прибыльным.

4. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

4.1 Безопасность труда

Литейное производство характеризуется наличием большого количества вредных и опасных производственных факторов, имеющих место на всех участках производственного процесса. Неудовлетворительное состояние охраны труда оказывает влияние не только на трудящихся, непосредственно занятых на этом предприятии, но и на окружающую его среду. Для создания нормальных условий труда, предотвращения несчастных случаев и профессиональных заболеваний, большое значение имеет общее устройство предприятия. Внедрение в производство автоматизации на наиболее вредных и опасных для здоровья людей участках позволяет отказаться от применения ручного труда. Строгое разграничение производственных участков исключает воздействие факторов технологического процесса одного участка на рабочих другого участка, так как помещения участков изолированы друг от друга.

В литейном цехе находятся опасные и вредные производственные факторы, такие как:

- повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны;
- электрический ток;
- шум;
- вибрация;
- тепловое излучение.

При проектировании данного цеха необходимо учесть данные факторы и предпринять меры по улучшению условий труда и защитить рабочих от травматизма. Это возможно за счет следующих изменений:

- установления автоматических формовочных и стержневых линий;
- ограждение механизмов и рабочих площадок;
- повышения уровня пожарной безопасности производства путем
- разработки методов оценки пожарной безопасности оборудования, материалов, технологии и комплексных мер по усилению пожарной профилактики;
- звукоизоляции вытяжных и приточных вентиляционных установок и другого оборудования, создающего шум.

4.1.1 Характеристика производства

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						97
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

В проектируемом цехе имеются следующие вредные производственные факторы по ГОСТ 12.0.003-74:

Повышенная загазованность воздуха рабочей зоны. Присутствует на участках:

- 1) Плавки – выделение легкоплавких и легко испаряемых элементов;
- 2) Смесеприготовления (при приготовлении связующего)

Повышенная запылённость воздуха проявляется на участках:

- Подготовки шихтовых и формовочных материалов;
- Смесеприготовления;
- Выбивки отливок;
- Обчистки и обрезки.

Повышенная температура воздуха рабочей зоны имеется на участках:

- Плавки (от индукционных тигельных плавильных печей и заливочных ковшей);
- Термообработки отливок (от термических печей).

Повышенный уровень шума наиболее характерен для участков:

- Выбивки отливок;
- Обрезки и зачистки отливок.

Шум значительно снижает работоспособность, вызывает раздражения, ухудшает действие слуховых органов, влияет на нервную и сердечнососудистую систему.

Повышенный уровень вибрации характерен для участков:

- Выбивки отливок;
- Обрезки и зачистки отливок.

Повышенная подвижность воздуха. Имеется на всей территории цеха, обеспечивается естественной вентиляцией и работой искусственной вентиляции.

4.1.2 Вентиляция

Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха соответствует требованиям СНиП 41-01-03.

Воздух, удаленный из здания цеха системами местной и общей вытяжной вентиляции, содержащий вредные вещества подвергается очистке, с помощью мокрых пылеуловителей и рукавных фильтров.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						98
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Предельно-допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны регламентируется ГН 2.2.5.1313-03. Предельно - допустимые концентрации вредных веществ (ПДК) в воздухе рабочей зоны приведены в таблице 57.

Таблица 57 – Предельно-допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны

Наименование вещества	ПДК, мг/м ³
Кремнесодержащая пыль:	
кремния двуокись кристаллическая при содержании её в пыли от 2 до 10 %;	4
кремния двуокись кристаллическая при содержании её в пыли от 10 до 70 %.	2
Пыль содержащая оксиды железа	4 – 6
Оксид углерода	20
Углеводороды	300
Оксид азота	2

В проектируемом цехе производятся следующие мероприятия по оздоровлению воздушной среды:

- склад формовочных и стержневых материалов оснащен вытяжными аппаратами, так как он характеризуется большим выделением пыли;

- плавильное отделение размещается с подветренной стороны здания,

чтобы предотвратить попадания дымовых газов и нагретого воздуха в другие отделения цеха, кроме того, печи оборудованы эффективными устройствами для очистки отходящих газов;

- на участках ремонта и сушки ковшей, установлена местная вытяжная вентиляция с эффективной очисткой отсасываемого воздуха;

- заливочная площадка формовочной линии оборудована верхними боковыми отсосами на всю длину рабочей площадки до начала охладительного кожуха;

- участок охлаждения форм оборудован сплошным вентиляционным кожухом с торцевыми проемами и патрубками для удаления газов;

- формовочная и стержневая смесь готовится в смесителе;

- выбивная решетка оборудована укрытием;

- отделение финишных операций снабжено местными отсосами и укрытиями;

- в цехе предусмотрены изолированные комнаты отдыха для рабочих;

- рабочие обеспечены спецодеждой, обувью и средствами индивидуальной защиты в соответствии с нормами по ГОСТ 12.4.011-89.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		99

4.1.3 Производственный микроклимат

Одним из основных условий труда на предприятии является обеспечение необходимого микроклимата для рабочих. На проектируемом предприятии существует множество источников тепловыделения. К ним относятся: индукционные тигельные печи, расплавленный металл в процессе разлива в формы, отливки в процессе остывания, термические печи и остывающие ковши.

Проектируемый цех по удельному тепловыделению относится к горячему, так как тепловыделения превышают $23,26 \text{ Вт/м}^2$. Параметры метеорологических условий (температура воздуха, относительная влажность и скорость движения воздуха) регламентируются СанПин 2.2.4.548-96.

Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений приведена в таблице 58.

Таблица 58 – Допустимая величина показателей микроклимата на рабочих местах производственных помещений

Период года	Категория работ по уровню энергозатрат	Величина энергозатрат	Температура воздуха, °С		Температура поверхностей, °С	Относительная влажность воздуха, %	Скорость движения воздуха, м/с	
			Диапазон ниже оптимальных величин	Диапазон выше оптимальных величин			температур ниже оптимальных величин, не более	температур выше оптимальных величин
холодный	ПБ	233 - 290	15,0-16,9	19,1-22,0	14,0-23,0	15-75	0,2	0,4
теплый	ПБ	233 - 290	16,0-18,9	21,1-27,0	15,0-28,0	15-75	0,2	0,5

В цехе проводятся следующие мероприятия для установления необходимого микроклимата:

- автоматизация и дистанционные управления процессами;
- теплоизоляция нагретых поверхностей оборудования,
- установка экранов у печей;

- для рабочих предусмотрены комнаты отдыха и обеспечение средствами защиты в соответствии с ГОСТ 12.1.011-89;

- в цехе предусмотрена приточно-вытяжная вентиляция и воздушное отопление, совмещенное с ней.

Предельно допустимые величины показателей микроклимата в рабочих местах регламентируются по СанПиН 2.2.4.548-96.

4.1.4 Производственное освещение

Большое значение в проектируемом цехе имеет обеспечение правильного освещения.

В проектируемом цехе предусматривается естественное и искусственное освещение в соответствии с СНиП 23-05-95, необходимое для создания благоприятных условий выполнения работы, прохода людей и движения транспорта.

По условиям гигиены труда необходимо как можно больше использовано естественное освещение. В проектируемом цехе это осуществляется через оконные проемы и световые фонари.

В местах выпуска металла из печи, на участках заливки и формовки предусмотрено аварийное освещение с использованием люминесцентных ламп, минимальная освещенность которых 10 лк.

В цехе предусмотрено переносное освещение, так как стационарным освещением невозможно создать нормируемый уровень освещенности.

Мостовые краны оборудованы подкрановым освещением, которое выполнено лампами накаливания.

Для общего освещения производственных помещений применяются газоразрядные источники света люминесцентные лампы типа ЛХБ.

Для местного освещения используются светильники ПВЛП. Имеющие две лампы, что даст возможность уменьшить пульсацию суммарного светового потока светильника.

Рассчитаем необходимое количество светильников по формуле:

$$N = E \cdot K_3 \cdot S \cdot Z / n \cdot \Phi_{\text{л}} \cdot \eta,$$

где:

E – нормируемая освещенность, лк;

K₃ – коэффициент запаса;

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		101

S —освещаемая площадь, м² ;

Z —коэффициент неравномерности освещения;

n —количество ламп в светильнике;

Φ_M — световой поток выбранной лампы, мл;

η — коэффициент использования светового потока.

$N = 200 \cdot 1,8 \cdot 8500 \cdot 1,2 / 2 \cdot 19000 \cdot 0,48 = 202$ лампы.

Для освещения цеха необходимо установить 202 лампы высокого давления типа ДРЛ.

4.1.5 Производственный шум

В проектируемом цехе наибольший уровень шума наблюдается на участках, выбивки и в отделениях финишных операций.

Допустимая величина шума в цехе согласно СН 2.2.4/2.1.8.562-96 – 80дБА.

Для снижения уровня шума в цехе предусматриваем следующие мероприятия:

- применение автоматизированных линий с низким уровнем шума;
- системы вентиляции и местных отсосов снабжены шумопоглощающими устройствами;
- кожух выбивной решетки снабжаем внутренней облицовкой из звукопоглощающих материалов;
- производим звукоизоляцию стенок дробеметной камеры;
- применение средств индивидуальной защиты от шума (противошумные заглушки «беруши», наушники противошумные ВЦНИИОТ-1) по ГОСТ 12.4.011-89.

4.1.6 Производственная вибрация

В проектируемом цехе источником общей вибрации является сотрясение пола и других конструкторских элементов здания вследствие ударного действия выбивных решеток.

Допускаемая величина общей вибрации в цехе, согласно СН 2.2.4/2.1.8.566-96.

Предпринимаем следующие меры по устранению вибрации и уменьшению ее вредного явления:

- исключением ручного пневмотранспорта;

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		102

- с целью снижения вредного воздействия локальной вибрации

используются специальные рукавицы с прокладкой по ГОСТ 12.4.002-97;

- с целью снижения вредного воздействия общей вибрации используется специальная виброзащитная обувь по ГОСТ 12.4.024-76.

4.1.7 Электробезопасность

Наличие в цехе электрического оборудования предусматривает выполнение правил электробезопасности, несоблюдение которых может привести к поражению электрическим током.

В цехе приняты следующие мероприятия по обеспечению безопасности труда:

- Все токоведущие части электрических устройств и оборудования имеют изоляцию, а так же специальные ограждения;

- все корпуса электродвигателей, а также металлические части, которые могут оказаться под воздействием тока, заземлены в соответствии с ГОСТ 12.1.030-96.

- организован периодический контроль состояния электрооборудования и изоляции;

- электроустановки снабжены автоматической блокировкой, которая исключает включение оборудования при его неисправности, а также сигнализацией о его включении/выключении.

- оборудование снабжается предохранительными устройствами, которые обесточивают его защиту при коротком замыкании.

Защита персонала цеха от воздействия электрического тока предусматривается согласно ГОСТ 12.1.019-96.

4.1.8 Пожарная безопасность

Литейное производство отличается повышенной пожарной опасностью, которая обусловлена в большей степени применением металлических материалов в расплавленном виде.

Общие требования пожарной безопасности предусматривает ГОСТ

12.1.004-96.

Для предупреждения возникновения пожаров необходимо соблюдать следующие правила:

- Нельзя оставлять на рабочем месте масляных тряпок и других материалов, которые могут самовоспламеняться;

- Курить в цехе можно только в специально отведённых для этой цели местах;

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						103
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

- Необходимо следить за тем, чтобы изоляция электропроводки цеха и переносных электроламп не была повреждённой.

В цехе проводятся следующие мероприятия по пожарной профилактике:

- правильная эксплуатация оборудования и внутрицехового транспорта;
- правильное содержание зданий и территорий;
- инструктаж по пожарной безопасности;
- профилактические осмотры технологического оборудования;
- использование систем вентиляции;
- правильное размещение противопожарного оборудования (ящики с песком, пожарный кран с рукавом, огнетушители типа ОП-4) и его содержание;
- в цехе предусмотрена пожарная сигнализация;
- обеспечена безопасная эвакуация людей при пожаре.

Проектируемый цех имеет следующие противопожарные приспособления:

- для тушения электрооборудования – углекислотные огнетушители, асбестовые и войлочные полотна;
- на плавильном участке имеется песок для тушения металлов;
- для тушения возгорания газа применяют углекислый газ и порошковые огнетушители;
- в пожароопасных местах имеются таблички, запрещающие использование открытого огня.
- в цехе имеется пожарная сигнализация;
- для вызова пожарной команды служит кнопочная и автоматическая сигнализация.
- На видных местах вывешены планы эвакуации людей.

В заключении можно сказать, что проектируемый цех чугунного литья производительностью 16500 тонн полностью соответствует всем требованиям по организации и обеспечению безопасного труда, а именно:

- производственные процессы, сопровождающиеся шумом, вибрацией, а также выделением пыли и вредных газов, изолированы друг от друга, размещены в разных пролетах и отделены стенкой.
- производство литейных формы и стержней осуществляться на автоматических линиях, исключаяющих ручной труд, предохраняющих рабочих от травматизма и улучшающих условия труда;
- участок выбивки отливок из форм на автоматической линии оснащен устройствами для разделения опок, что значительно уменьшает шум и вибрацию.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		104

- на предприятии проводятся организационно-профилактические мероприятия – все работающие проходят инструктаж: вводный, первичный, внеочередной на рабочем месте и повторный, а также регулярное прохождение медосмотров;

Проводимые в цехе мероприятия по охране труда работников позволяют сократить число несчастных случаев и профессиональных заболеваний. В цехе во всех производственных отделениях предусмотрены помещения для отдыха рабочих.

Таким образом, внедрение данного проекта позволит снизить функциональные затраты рабочих за счет улучшения характера и условий труда.

4.1.9 Безопасность при ЧС

Оценка устойчивости работы проектируемого объекта при взрыве.

Устойчивость работы объекта в чрезвычайных ситуациях определяется его способностью выполнять свои функции в этих условиях, а также приспособленностью к восстановлению в случае повреждения. Под устойчивостью объекта понимается способность объекта выпускать установленные виды продукции в условиях чрезвычайных ситуаций (взрывов, пожаров и т.д.), а также приспособленность этого объекта к восстановлению в случае повреждения.

В качестве критериев оценки физической устойчивости приняты:

- при воздействии ударной волны - избыточные давления, при которых элементы производственного корпуса не разрушаются (не повреждаются) или получают такие повреждения, при которых они могут быть восстановлены в короткие сроки;

-при воздействии светового или теплового излучения – максимальные значения световых (тепловых) импульсов, при которых не происходит загорание материалов, сырья, оборудования, зданий и сооружений;

- при воздействии вторичных факторов поражения – избыточного давления, при котором происходящие разрушения и повреждения не приводят к авариям, пожарам, взрывам, затоплениям, смерти людей, выходу из строя средств производства.

Оценка физической устойчивости объекта производится последовательно по воздействию каждого поражающего фактора, а также вторичных факторов поражения.

Эта оценка включает:

- воздействие ударной волны на элементы объекта;
- возможность возникновения пожаров;
- воздействие вторичных поражающих факторов.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		105

Определение физической устойчивости элементов объекта производится по избыточным давлениям во фронте ударной волны от 5 кПа и кончая давлением, разрушающим данный элемент.

Пример оценки устойчивости элементов объекта к воздействию ударной волны показан в таблице 59.

Таблица 59 – Оценка устойчивости объекта к воздействию ударной волны

Наименование элементов объекта	Степень разрушения и избыточное давление					
	сильное		среднее		слабое	
	кПа	кгс/см ²	кПа	кгс/см ²	кПа	кгс/см ²
Здание промышленное с железобетонным каркасом	60-50	0,6-0,5	50-40	0,5-0,4	40-20	0,4-0,2
Крановое оборудование	70-50	0,7-0,5	50-30	0,5-0,3	30-20	0,3-0,2
Трубопроводы подземные стальные	2000	20-15	1500-1000	15-10	1000-600	10-6
Смотровые колодцы	1000	10	300	3	200	2
Наземные	130	1,3	50	0,5	20	0,2
Открытые склады	200	2	-	-	-	-

Рассмотрим пути повышения устойчивости функционирования наиболее важных технических систем объекта.

1) Системы водоснабжения. При чрезвычайных ситуациях, как правило, все элементы этой системы не могут быть выведены из строя одновременно. При проектировании системы водоснабжения необходимо предусмотреть меры их защиты в чрезвычайных ситуациях. Ответственные элементы системы водоснабжения следует размещать ниже поверхности земли, что повысит их устойчивость.

2) Системы электроснабжения. Для повышения устойчивости этих систем в первую очередь целесообразно заменить воздушные линии электропередач на кабельные (подземные) сети, предусмотреть автономные резервные источники электропитания объекта.

Основным средством повышения устойчивости сооружения от воздействия ударной волны является повышение прочности и жёсткости конструкций.

Значительное внимание необходимо уделять защите рабочих и служащих, для чего на территории объекта: строятся убежища и укрытия, предназначенные для защиты персонала; создаётся и поддерживается в постоянной готовности система оповещения рабочих и служащих объекта, а также проживающего вблизи населения о возникновении ЧС.

В данном проекте предусмотрены мероприятия по автоматизации и механизации технологического процесса, выполнение нормативных требований по шуму, вибрации, пыли,

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		106

микроклимату, освещённости и т.п. Это способствует улучшению условий труда, безопасности труда и здоровью работающих людей. Приняты решения по поводу рациональных режимов труда и отдыха. Ведь известно, что здоровье и безопасные условия труда благотворно влияют на самочувствие и работоспособность людей, содействуют повышению производительности труда.

4.2 Экологичность проекта

4.2.1 Глобальные экологические проблемы современности

Главная особенность современного экологического кризиса – его глобальный характер. Он распространяется и угрожает охватить всю планету.

Среди глобальных экологических проблем можно отметить следующие:

- Увеличение парникового эффекта;
- Уничтожены и продолжают уничтожаться тысячи видов растений и животных;
- В значительной мере истреблен лесной покров;
- Стремительно сокращается имеющийся запас полезных ископаемых;
- Мировой океан не только истощается в результате уничтожения живых организмов, но и перестает быть регулятором природных процессов;
- Атмосфера во многих местах загрязнена до предельно допустимых размеров, а чистый воздух становится дефицитом;
- Частично нарушен озоновый слой, защищающий от губительного для всего живого космического излучения;
- Загрязнение поверхности и обезображивание природных ландшафтов.

Человек сегодня вовлекает в производство и потребление такое количество вещества и энергии, которое в сотни раз превышает его биологические потребности. Ежедневно добывается и перерабатывается около 300 млн. тонн вещества и материалов, сжигается 30 млн тонн топлива, изымается из рек и других источников около 2 млрд м³ воды, потребляется более 65 млрд м³ кислорода.

Сложность современной экологической ситуации связана также с тем, что человечество не в состоянии отказаться от достижений технического прогресса и от использования природных ресурсов.

С позиции экологии, литейное производство является одним из самых опасных. Отходы литейного производства и выбросы в атмосферу пагубно влияют на экологическое равновесие. На атмосферный воздух приходится более 70% всех вредных воздействий литейного производства. При производстве одной тонны отливок из стали и чугуна выделяется около 60 кг пыли, от 70 кг до 250 кг оксидов углерода, 1,5-2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов). В водный бассейн поступает до 3000 м³ сточных вод и вывозится в отвалы до 6 тонн отработанных формовочных смесей. В то же время без литейного производства невозможно представить себе современную промышленность. Однако целью модернизации литейных производств должно

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		108

быть, прежде всего, не извлечение выгоды, а максимально возможное снижение вредного влияния литейных производств на окружающую среду. Задачей нашего проекта является разработка цеха, при работе которого, природные ресурсы будут использоваться наиболее эффективно, с наименьшими затратами и потерями для окружающей среды и самого человека, а также будут применяться современные методы для снижения выбросов вредных веществ, влияющих на окружающую природную среду, то есть должна соблюдаться общая экологическая безопасность проекта.

4.2.2 Анализ связей технологического процесса изготовления отливок из чугуна с экологическими системами

Проектируемый цех ориентирован на изготовления отливок из стали для машиностроения с годовым выпуском 14500 тонн. Плавка металла осуществляется в индукционных тигельных печах ИСТ-6, работающих на электричестве. Литьё ведётся в формы на основе холоднотвердеющей смеси (ХТС), состоящей из кварцевого песка, смолы и регенерата.

Анализ взаимодействия технологического процесса изготовления отливок с экологическими системами представлен в виде схемы (рисунок 2).

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		109

Рисунок 2 –Схема технологического процесса изготовления
отливок

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						110
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Готовой продукцией являются отливки из сплава 38хл (0,32 – 0,45% С; 0,2– 0,42% Si; 0,4 – 0,9% Mn; 0,3 – 0,6% Cr; до 0,04% Р; до 0,04% S). Электроэнергия является энергетическим ресурсом. Шихта, вода и ХТС используются в качестве материальных ресурсов. В состав шихты для 38хл входит: стальной и чугунный лом, ферросилиций ФС20, ферромарганец ФМн78.

В ходе технологического процесса изготовления отливок образуются следующие виды отходов:

Материальные, подразделяются на:

- твердые – скрап, угар, литники и прибыли, пыль, отработанная смесь;
- жидкие – сточные воды;
- газообразные – CO₂, SO₂, NO₂, C₆H₅ОН, НСОН, NH₃, CN.

К энергетическим отходам относятся: шум, вибрация, тепловые выбросы и электромагнитное излучение.

Источниками энергетических отходов является все оборудование, используемое в проектируемом литейном цехе.

Основное выделение твердых отходов связано с операциями транспортировки, смесеприготовления, изготовления форм и стержней, а так же выбивки, обрубки и очистки отливок.

Жидкие отходы образуются в результате охлаждения оборудования, приготовления и увлажнения формовочной и стержневой смеси, а так же очистки отливок.

Газообразные отходы образуются при изготовлении форм и стержней, изготовлении смеси, а так же плавке, заливки и охлаждении металла.

Анализ технологического процесса свидетельствует о его незамкнутом характере, поскольку существуют связи с внешней средой при использовании сырья, энергии, выходе готовой продукции и получении различных видов отходов.

Основные материально-энергетические показатели технологического процесса приведены в таблице 60.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		111

Таблица 60 – Основные материально-энергетические показатели технологического процесса

Показатель	Количество	Единицы измерения
Сырье:		
Шихта для 38хл	27898	тонн/год
Холоднотвердеющая смесь (ХТС):		
формовочная стержневая	56349,9 6124,965	тонн/год тонн/год
Энергия		
Электрическая	21060	кВт/ч
Готовая продукция		
Отливки из стали 38хл	14500	тонн/год
Отходы материальные		
Скрап 38хл	925	тонн/год
Угар 38хл	635,2	тонн/год
Литники и прибыли 38хл	6695	тонн/год
Пыль	1080	тонн/год
Оксид углерода	1260	тонн/год
Диоксид серы	27	тонн/год
Диоксид азота	36	тонн/год
Фенол	6,75	тонн/год
Формальдегид	6,75	тонн/год
Аммиак	6,75	тонн/год
Цианид	6,75	тонн/год
Сточные воды:	до 540	тыс. м ³ /год
Взвешенные вещества	4,29	тыс. тонн/год
Сульфаты	12,29	тыс. тонн/год
Хлориды	6,29	тыс. тонн/год
Фенол	1	тыс. тонн/год
Цианид	1	тыс. тонн/год
Отходы энергетические		
Шум	70-80	дБА
Тепловое излучение	23,26	Вт/м ²
Вибрация	80-90	дБА
Электромагнитное излучение	50	Гц
Напряженность электрического поля	380	В/м
Напряженность магнитного поля	3,26	А/м

4.2.3 Основные требования экологизации проекта

Основными требованиями экологизации проекта являются – соблюдение предельно допустимых концентраций (ПДК) вредных веществ выбрасываемых цехом (таблица 61) а так же предельно допустимых уровней (ПДУ) вредных воздействий (таблица 62).

Таблица 61 – ПДК вредных веществ, выбрасываемых цехом

Вещество	ПДК
В атмосферном воздухе, мг/м ³ (максимально разовая/среднесуточная)	
Пыль нетоксичная	0,5/0,15
Оксид углерода	3/1
Диоксид серы	0,5/0,05
Фенол	0,012/0,008
Формальдегид	0,035/0,03
Аммиак	0,02/0,04
Цианид	0,01/0,005
В воде водоемов, г/м ³	
Взвешенные вещества	20
Сульфаты	500
Хлориды	350
Фенол	20
Цианид	35

Таблица 62 – ПДУ вредных воздействий

Показатели технологического процесса (параметрические загрязнения)	Ед. измерения	Нормируемое значение
Электромагнитное излучение,	Гц	50
Напряженность электрического поля	кВ/м	5
Напряженность магнитного поля	А/м	8
Вибрация	дБ	85
Шум	дБ	75
Тепловое излучение	Вт/м ²	70

4.2.4 Пути экологизации производства

Сравнив основные материально-энергетические показатели технологического процесса с ПДК вредных веществ и с ПДУ вредных воздействий некоторых показателей технологического процесса, можно сделать вывод, что необходимо принять меры по экологизации производства.

Для обеспечения безопасности экологии производства необходимо:

- 1) Применить эффективное пылеулавливающее оборудование для улавливания выброса нетоксичной пыли.
- 2) Применить газовые отсосы для удаления вредных газообразных веществ. А так же применить эффективные установки для улавливания газообразных веществ выбрасываемых цехом.
- 3) Создать замкнутый технологический процесс, при котором будет отсутствовать выброс отходов в атмосферу, образующихся на промежуточных стадиях производства. Применить установки для регенерации отработанной формовочной и стержневой смеси.

4.2.5 Предложения по экологизации технологического процесса

Для создания малоотходно производства предусматриваются следующие мероприятия:

- Установка современных автоматических формовочных и стержневых линий;
- Улавливание пыли установками с рукавным фильтром;
- Улавливание газообразных вредных веществ газовыми отсосами и очистка вентиляционного воздуха абсорбционно-биохимическими установками;
- Создание замкнутого технологического процесса;
- Очистка воды в установках «Альфа 8М».

Установка современных автоматических и формовочных линий позволит уменьшить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения до ПДУ, а так же понизит общий расход электроэнергии.

Использование установки с рукавным фильтром повысит пылеулавливаемость до 99,5%.

Таким образом, выброс пыли уменьшится до $0,49 \text{ мг/м}^3$, что соответствует нормам ПДК.

Установка газовых отсосов поспособствует улавливанию газообразных веществ. Применение абсорбционно-биохимических установок позволит очистить вентиляционный воздух от вредных веществ до 99,8%. При этом количество вредных газообразных выбросов составит: оксида углерода до $1,14 \text{ мг/м}^3$, диоксида серы до $0,02 \text{ мг/м}^3$, диоксида азота до $0,02 \text{ мг/м}^3$, фенола до $0,007 \text{ мг/м}^3$, формальдегида до $0,0074 \text{ мг/м}^3$, аммиака до $0,01 \text{ мг/м}^3$, цианида до $0,005 \text{ мг/м}^3$, что значительно ниже их норм ПДК.

Создание замкнутого технологического процесса, при котором скрап, брак и другой возврат собственного производства (литники и прибыли) будут отправляться на переплавку, что позволит сократить потребность в пополнении запасов сырья и основных материалов на 26%, то есть на 8422,5 тонны в год.

Отработанная формовочная и стержневая смесь при замкнутом технологическом процессе будет отправляться на регенерацию. При этом безвозвратные потери смеси составят около 15% в год от общей массы смеси, то есть 13096,4тонн в год. Это позволит сократить потребность в пополнении запасов песка примерно на 85% или на 74212,9тонн в год.

Применение замкнутого водооборота, при котором используемая вода не сбрасывается в водоем, а очищается физико-химическим методом и снова направляется в цех. При этом безвозвратные потери воды составят 8% в год от общего оборота воды, то есть 43200 м^3 в год. Это позволит сократить потребность в изъятии пресной воды из рек и водоемов на 92% или на 496800 м^3 в год. Использование установки «Альфа 8М» позволит очистить воду от вредных веществ до 99,9%. Таким образом, количество выбросов составит: взвешенных веществ до $0,429 \text{ г/м}^3$, сульфатов до $1,229 \text{ г/м}^3$, хлоридов до $0,629 \text{ г/м}^3$, фенола до $0,1 \text{ г/м}^3$ и цианида до $0,1 \text{ г/м}^3$, что значительно ниже норм ПДК.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		115

Планируемые выбросы вредных веществ представлены в таблице 63.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						116
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Таблица 63 – Планируемые выбросы вредных веществ

Вещество	Образующееся	Улавливаемое	Выбрасываемое
Выбросы в атмосферу, мг/м ³			
Пыль нетоксичная	86,4	85,97	0,43
Оксид углерода	571,5	570,36	1,14
Диоксид серы	5,31	5,29	0,02
Диоксид азота	6,82	6,80	0,02
Фенол	3,63	3,623	0,007
Формальдегид	3,7	3,6926	0,0074
Аммиак	5,05	5,04	0,01
Цианид	2,445	2,44	0,005
Выбросы в водоемы, г/м ³			
Взвешенные вещества	429	428,571	0,429
Сульфаты	1229	1227,771	1,229
Хлориды	629	628,371	0,629
Фенол	100	99,9	0,1
Энергетические выбросы			
Шум, дБ	70-80	5	65-75
Вибрация, дБ	80-90	75	75-85
Тепловое излучение, Вт/м ²	23,26	3,26	20
Электромагнитное излучение, Гц	50	0	50
Напряженность электрического поля, кВ/м	380	0	380
Напряженность магнитного поля, А/м	3,26	0	3,26

Таким образом, экологическая эффективность данного проекта достигается:

- Применением автоматических формовочных и стержневых линий, позволяющих уменьшить вредное воздействие шума, вибрации и теплового излучения до их ПДУ.

- Применением установок с рукавным фильтром, которые позволят снизить разовый выброс пыли до ее норм ПДК.

- Установкой газовых отсосов и применением абсорбционно- биохимических установок, которые позволяют уменьшить выброс газообразных веществ в атмосферу. Разовый выброс газообразных веществ в атмосферу не будет превышать их норм ПДК.

ДП 44.03.04.755 ПЗ

Лист

117

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

- Применением установки «Альфа 8М» уменьшающей разовый выброс вредных веществ растворенных в воде до их норм ПДК.

- Введением замкнутого технологического процесса, который позволит уменьшить потребность в пополнении запасов нового сырья, основных и вспомогательных материалов, а так же пресной воды.

Рекомендуемые мероприятия позволят сделать данный технологический процесс экологичным, энерго и ресурсосберегающим за счет внедрения современного оборудования и создания замкнутого технологического процесса.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		118

5. УЧЕБНЫЙ ПЛАН ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ИЛИ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ РАБОЧИХ КАДРОВ.

Цель обучения рабочих сводится к увеличению производительности труда, поднятию имиджа предприятия, повышению конкурентоспособности, повышению статуса рабочего. Повышая уровень общих, профессиональных знаний рабочих, руководство предприятия переводит рабочих из разряда исполнителей в разряд принимающих самостоятельные решения, операторов. Это, в свою очередь, переводит предприятие на совершенно новую ступень своего развития.

Сегодня на предприятиях разработаны программы обучения, переподготовки, повышения квалификации рабочих, которые были направлены на то, чтобы ликвидировать брак при выпуске готовой продукции. Обученный персонал работе на современном оборудовании, с применением передовых технологий способен повысить эффективность работ и увеличить производительность труда, что положительно скажется на развитии предприятия в целом

Главным шагом является разработка программ обучения рабочих, как на рабочем месте, так и вне рабочего места. Применив на практике разработанную программу по обучению персонала, предприятие получит рабочих высокой квалификации. Нет организации, в которой обучение персонала не было бы актуальным. Любой бизнес существует для получения прибыли. Компания либо развивается, увеличивая свою долю на рынке, либо умирает. Таковы реалии деловой жизни. Развитие персонала, в целом, и обучение персонала, в частности, также должно приносить компании прибыль. Обучение персонала – это конкурентное преимущество, а значит, учить надо постоянно, непрерывно, в течение всей трудовой деятельности повышать квалификацию своих сотрудников.

В зависимости от характера связи с практической деятельностью, выделяют методы обучения:

- методы активного обучения или на рабочем месте;
- обучение вне рабочего места.

Обучение на рабочем месте отличается своей практической направленностью, непосредственной связью с производственными функциями работника, предоставляет, как правило, значительные возможности для повторения и закрепления вновь изученного.

5.1 Разработка учебной программы плавильщика металла и сплавов

Разработка учебной программы осуществляется на основании Профессионального стандарта «Плавильщик цветных металлов и сплавов» (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 3 декабря 2015 г. N 985н), а так же с учетом нормативной документации по эксплуатации оборудования и безопасным условиям труда:

					Инструкция по охране труда Плавильщика металла и сплавов	Лист
					ДП 44.03.04.755 ПЗ	
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		119

- Должностная (производственная) инструкция плавильщика металла и сплавов.

На обучение по профессии "Плавильщик металла и сплавов" допускаются лица не моложе 18 лет, годные по состоянию здоровья к обслуживанию плавильных агрегатов.

Вид обучения: повышение квалификации:- на 5-й разряд;

Должен знать:

- процесс ведения плавки магниевых алюминиевых, никелевых и других сплавов;
- химический состав компонентов, входящих в шихту, их влияние на свойства сплавов;
- способы приготовления различных лигатур, модификаторов и флюсов, применяемых при производстве металлов и сплавов; способы предохранения жидкого металла от соприкосновения с воздухом и печными газами в процессе плавки и разливки металла;
- правила безопасности труда, производственной санитарии, пожарной безопасности и электробезопасности; производственную (должностную) инструкцию и правила внутреннего распорядка.

Характеристика работ:

- Плавка цветных металлов и их сплавов с повышенными требованиями к химическому составу в печах различных конструкций общей вместимости от 2 до 6 тонн в соответствии с установленным режимом.
- Плавка чугуна в печах вместимостью от 3 до 6 тонн.
- Плавка опытных сплавов в лабораторных условиях.
- Наблюдение за приготовлением, разгрузкой шихты и участие в загрузке присадочных материалов и флюсов.
- Наведение и снятие шлака.
- Определение готовности плавки, выпуск и наблюдение за разливкой металла в формы.

Обучение проводится по программе, согласованной с Ростехнадзором, содержание которой предусматривает обязательный курс теоретической и практической подготовки.

5.2. Составление учебного плана

№		Курсы , предметы			Кол-во часов	ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист 120
1		Теоретическое обучение					
1.1		Экономический курс			14		
1.2		Общетеchnический курс					
1.2.1		Материаловедение			10		
1.2.2		Электротехника с основами промышленной электроники			8		
1.2.3		Охрана труда			20		
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата			

1.3	Специальный курс	
1.3.1	Сведения из теории металлургических процессов	14
1.3.2	Оборудование и технология плавки валковых расплавов	33
1.3.3	Охрана окружающей среды	3
2	Производственное обучение	
2.1	Обучение основным операциям и приемам работы плавильщика металла и сплавов 5го разряда	133
2.2	Самостоятельное выполнение работ плавильщика металла и сплавов 5го разряда	78
	Резерв учебного времени	15
	Консультации	8
	Экзамены	6
	Квалификационный экзамен	8
	Итого	350

В процессе обучения особое внимание обращено на необходимость прочного усвоения и выполнения всех требований и правил безопасности труда. К концу обучения каждый рабочий должен уметь самостоятельно выполнять все работы, предусмотренные квалификационной характеристикой для соответствующего разряда.

По окончании обучения слушатели допускаются к сдаче квалификационного экзамена (первичная аттестация производится с обязательным участием в экзаменационной комиссии представителя Ростехнадзора).

После обучения сотрудники проходят аттестацию в комиссии учебного центра. По её результатам выдается:

- удостоверение сотрудника, прошедшего аттестацию;
- протокол аттестационной комиссии с перечнем работников, прошедших аттестацию.

Удостоверение выдается сроком на 5 лет при условии ежегодной проверки знаний в комиссии учебного центра.

В соответствии с требованиями Приказа Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 29.01.2007г. № 37 (с изменениями на 30 июня 2015 года) "О порядке подготовки и аттестации работников организаций, поднадзорных федеральной службе по экологическому, технологическому и атомному надзору": "...Рабочие периодически проходят проверку знаний производственных инструкций не реже одного раза в 12 месяцев. Перед проверкой знаний организуются занятия, лекции, семинары, консультации".

Говоря об экономической и социальной эффективности обучения квалифицированных кадров, необходимо отметить следующее. Обучение квалифицированных кадров является эффективным в том случае, если связанные с ним издержки будут в перспективе ниже издержек организации на повышение производительности труда за счет других факторов или издержек,

связанных с ошибками в найме рабочей силы. Поскольку определение

ДП 44.03.04.755 ПЗ

Лист

121

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

результатов, достигнутых с помощью обучения квалифицированных кадров, сопряжено с определенными трудностями, налицо экономическая эффективность обучения в форме снижения издержек, которые поддаются точному расчету. Обучение квалифицированных кадров затрагивает важные факторы социальной эффективности. Повышение профессионального мастерства положительно отражается на гарантии сохранении рабочего места, возможностях в повышении должности, расширении внешнего рынка труда, на величине доходов организации, на чувстве собственного достоинства и возможностях самореализации.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		122

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном проекте был разработан цех стального литья производительностью 14,5 тыс. тонн в год. Проведен расчет технологического оборудования, стержневых и формовочных материалов, а также расчет шихты. По результатам проведенных вычислений было выбрано оборудование и технологические материалы, обеспечивающие качественный результат. Современное оборудование и технологии позволили увеличить производительность, повысить качество, снизить затраты на ремонт, улучшить условие труда и сократить срок окупаемости.

Кроме того была посчитана экономическая эффективность проекта, а именно проведены следующие расчеты: расчет численности рабочих, расчет заработной платы, отчислений на социальные нужды, основных производственных фондов (здания, сооружения, технологическое оборудование, транспортное оборудование). Произведен расчет калькуляции себестоимости 1 тонны годных отливок и технико-экономических показателей. Исходя изданных вычислений, можно сказать, что проектируемый литейный цех экономически эффективен.

Также были рассмотрены вопросы экологии, безопасности труда и безопасности жизнедеятельности при чрезвычайных ситуациях. В результате снижения расхода основных материалов, минимизирования выбросов вредных веществ получилось обезопасить окружающий мир от вредных факторов и сделать данный проект безопасным для окружающей среды. Были разработаны мероприятия по безопасности труда, которые позволили изменить характер труда работающих в проектируемом литейном цехе, внедрить современные средства техники безопасности, обезопасить трудящихся от влияния на них вредных факторов, что привело к снижению травматизма и профессиональных заболеваний.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		123

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. ГОСТ 26645-85, Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку. М.; Издательство стандартов, 1986. 18 с.
2. ГОСТ 3.1125-88, Правила графического выполнения элементов литейных форм и отливок. М.: Издательство стандартов, 1988. 20с.
3. ГОСТ 3212-80, Комплекты модельные. Уклоны формовочные. М.: Издательство стандартов, 1981. 12с.
4. ГОСТ 3606-80, Комплекты модельные. Стержневые знаки. Основные размеры. М.: Издательство стандартов, 1980. 24 с.
5. ГОСТ 977-88, Отливки стальные. Общие технические условия.
6. ГОСТ Р 53464-2009, Отливки из металлов и сплавов. Допуски размеров, массы и припуски на механическую обработку.
7. Гофман Э.Б., Панчук А.Г. Курсовое проектирование по дисциплинам «Технология литейного производства» и «Металлургическая теплотехника и печи»: Учеб.пособие – Екатеринбург: изд-во Рос. гос. проф.-пед.ун-та, 2002.- 104с.
8. Дальский А.М. Технология конструкционных материалов. Учебник для вузов. М: Машиностроение, 1997
9. Идиатулин В.С. Технологические подходы к обучению. // Журнал "Эйдос".
10. Кристова Ю.П. Внутрифирменное (корпоративное) обучение как значимый ресурс развития компании. // М., 2003.
11. Литейное производство: Учебник/ Под общ. ред. А.М. Михайлова. М.: Машиностроение, 1987. 256 с.
12. Марочник сталей и сплавов/ В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.
13. Межотраслевые правила по охране труда в литейном производстве. ПОТ Р М-002-97. - СПб.: ЦОТБСП, 2001.

14. Милляев В.М. Гофман Э.В. Проектирование литейных цехов: Учеб.пособие/Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед.ун-та, 1994, 64 с.

ДП 44.03.04.755 ПЗ

Лист

124

Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата
-----	------	-------------	---------	------

15. Миляев В.М. Особенности производства отливок из стали: Учебное пособие. Свердловск: УПИ им. С.М. Кирова, 1987. 80 с.

16. Орлов П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. Кн. I/ Под ред. П.Н. Учаева. М.: Машиностроение, 1988. 560с.: ил.

17. Специальные способы литья: учебно-методическое пособие/ Б.С. Чуркин, А.Б. Чуркин, Ю.И. Категоренко; под ред. Б.С. Чуркина. Екатеринбург: Изд-во Рос.гос.проф.-пед.ун-та, 2012. 189 с.

18. Справочник по литейному оборудованию. М.: Машиностроение, 1985, - 320 с, ил.

17. Техника безопасности в литейном производстве: Учеб. пособие для сред. проф.-техн. училищ. — М.: Высш. школа, 1980. — 94 с.

20. Тимофеев К.В. Формирование и развитие персонала. // ПИТЕР, 2001. - с. 30.

21. Филин С.А. Андрагогический подход к построению системы профессионального обучения персонала предприятия. // В.Новгород, 2005.

22. Худокормов Д.Н. Производство отливок из чугуна: Учебное пособие. Минск: Высш.шк., 1987, 199 с.

23. Чуркин Б.С. Экономика и управление производством: Учеб. Пособие. Екатеринбург: Изд-во Урал.гос.проф.-пед.ун-та, 1999. 91с.

24. Экология литейного производства / Под ред. А.Н. Болдина, С.С. Жуковского, А.Н. Поддубного, А.И. Яковлева, В.Л. Крохотина: Учеб. пособие для вузов. - Брянск: Изд-во БГТУ, 2001. - 315 с.

25. Электронный ресурс – завод “Амурлитмаш”, дробомерное оборудование.

					ДП 44.03.04.755 ПЗ	Лист
						126
Изм	Лист	№ документа	Подпись	Дата		